ACADEMIA REPUBLICII POPULARE ROMÎNE

INSTITUTUL DE FILOZOFIE

DIALECTICA CUNOAȘTERII ȘTIINȚIFICE

STUDII

ACADEMIA REPUBLICII POPULARE ROMÎNE
INSTITUTUL DE FILOZOFIE

DIALECTICA CUNOAȘTERII ȘTIINȚIFICE

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII POPULARE ROMÎNE

1962

SUMAR

Pag.

Matematica și progresul tehnic de D. DUMITRESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. 13

Metoda dialectică și științele fizice de VALER NOVACU, membru corespondent al Academiei R.P.R. 33

Principiul cauzalității în fizică de REMUS RĂDULEȚ, membru corespondent al Academiei R.P.R. 57

Metodologia generală și metodologia particulară în cercetarea științifică (chimie) de TOMIN UROS, candidat în științe filozofice . . 139

Dialectica și metafizica în problema determinismului biologic de EDITH GULIAN 165

Cibernetica și unele probleme filozofice ale științelor naturii și societății de dr. VICTOR SĂHLEANU 215

Unitatea logicului și istoricului în teoria lui Karl Marx asupra formelor valorii de G. ÖFFENBERGER 281

Definiția istoriei filozofiei ca știință și valoarea ei metodologică de ION BANU 313

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика и технический прогресс: Д. ДУМИТРЕСКУ, член-корреспондент Академии РНР 13

Диалектический метод и физические науки: ВАЛЕРИУ НОВАКУ, член-корреспондент Академии РНР 33

Принципы причинности в физике: РЕМУС РЭДУЛЕЦ, член-корреспондент Академии РНР 57

Общая методология и частная методология в научном исследовании (химия): ТОМИН УРОШ, кандидат философских наук 139

Диалектика и метафизика в вопросе биологического детерминизма: ЭДИТ ГУЛИАН 165

Кибернетика и некоторые философские проблемы естествознания и общественных наук: д-р ВИКТОР СЭХЛЯНУ 215

Единство логического и исторического в учении Карла Маркса о формах стоимости: Г. ОФФЕНБЕРГЕР 281

Определение истории философии как науки и ее методологическая ценность: ИОН БАНУ 313

CONTENTS

Page

Mathematics and technical progress, by D. DUMITRESCU, corresponding member of the Academy of the R.P.R. 13

Dialectic method and physical sciences, by VALER NOVACU, corresponding member of the Academy of the R.P.R. . . . 33

Principle of causality in physics, by REMUS RĂDULET, corresponding member of the Academy of the R.P.R. . . . 57

The general methods and the particular methods in scientific investigation (Chemistry), by TOMIN UROS, candidate in philosophical sciences 139

Dialectics and metaphysics in the problem of biological determinism, by EDITH GULIAN 165

Cybernetics and some philosophical problems on natural sciences and society, by VICTOR SĂHLEANU 215

The unity of logics and history in Karl Marx' theory on the problems of value, by G. ÖFFENBERGER 281

The definition of history of philososphy as a science and its methodological value, by ION BANU 313

INHALT

Seite

Mathematik und technischer Fortschritt, von D. Dumitrescu, korresp. Mitglied der Akademie der RVR 13

Die dialektische Methode und die physikalischen Wissenschaften, von Valer Novacu, korresp. Mitglied der Akademie der RVR 33

Das Kausalitätsprinzip in der Physik, von Remus Răduleţ, korresp. Mitglied der Akademie der RVR 57

Allgemein- und Eigenmethodologie in der wissenschaftlichen Forschung (Chemie), von Tomin Uroş, Kandidat der philosophischen Wissenschaften 139

Dialektik und Metaphysik im Problem des biologischen Determinismus von Edith Gulian. 165

Die Kybernetik und einige philosophische Probleme der Natur- und Gesellschaftswissenschaften, von dr. Victor Săhleanu . 215

Die Einheit zwischen dem Logischen und Historischen und die Theorie von Karl Marx über die Wortformen, von G. Öffenberger 281

Die methodologische Bedeutung der Definition der Geschichte der Philosophie als Wissenschaft, von Ion Banu 313

MATEMATICA ŞI PROGRESUL TEHNIC

de *D. DUMITRESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R.*

INTRODUCERE

Printre cele mai radicale schimbări pe care le-a adus filozofia marxist-leninistă în concepţia despre lume, trebuie menţionată în primul rînd înţelegerea dialectică a raportului dintre om şi natură.

Din teza materialist-dialectică potrivit căreia lumea este considerată ca o unitate materială înăuntrul căreia obiectele şi fenomenele sînt într-o permanentă legătură şi interdependenţă reciprocă, rezultă în chip evident că omul, ca parte integrantă a naturii, nu se poate desprinde niciodată în mod absolut de natură, dar poate acţiona activ asupra acesteia, transformînd-o în cadrul acestui proces, perfecţionîndu-se totodată pe sine însuşi.

Legătura reciprocă dintre om şi natură este multiplă şi complexă. Ea a variat în timp şi s-a manifestat în spaţiu în moduri diferite. Din influenţa reciprocă şi continuă dintre om şi natură a rezultat o modelare bilaterală : omul ca produs al naturii este modelat de natură şi, la rîndul său, modelează natura, o umanizează.

În transformarea naturii de către om, tehnica joacă un rol important. Începutul civilizaţiei omeneşti coincide cu efortul depus de omul primitiv de a-şi îmbunătăţi condiţiile de existenţă, prin crearea uneltelor şi armelor rudimentare din piatră şi os, cu care a putut să pescuiască, să vîneze, să se apere de duşmani.

Condiţiile materiale astfel modificate şi mai cu seamă însuşi procesul de modificare a acestor condiţii au influenţat, la rîndul lor, viaţa spirituală a omului. Pe baza activităţii practice asupra naturii, mînat tocmai de necesităţile acestuia, omul a ajuns la cunoaşterea treptată a legilor lumii materiale. Dezvoltînd studiul naturii, omul a putut să cunoască mai bine forţele naturii, pentru a le putea stăpîni şi întrebuinţa în scopurile sale. El s-a ridicat treptat din întunericul erei cuaternare la lumina care proiectează perspectivele nebănuite ale erei atomice de astăzi. Dată fiind esenţa socială a omului, dezvoltarea sa istorică reprezintă un complicat proces social. În istorie au apărut diferite moduri de producţie a bunurilor materiale, respectiv anumite forţe de producţie (în care tehnica ocupă un loc primordial) şi relaţiile de producţie corespunzătoare nivelului acestor forţe de producţie. Dezvoltarea tehnicii, a capacităţii umane de a acţiona asupra naturii s-a produs în condiţii sociale bine determinate. Prin intermediul bazei economice a societăţii, tehnica a intrat în raporturile cele mai complicate cu întreaga viaţă materială şi spirituală a societăţii.

În cele ce urmează vom încerca să schiţăm numai raportul dintre progresul tehnic şi dezvoltarea ştiinţelor matematice, avînd însă în vedere un element esenţial: formaţiunea social-economică în cadrul căreia are loc influenţa dintre matematici şi tehnică. Nu trebuie niciodată pierdut din vedere că matematicile şi tehnica sînt un produs social şi evoluţia lor este dependentă de aceea a societăţii respective. Condiţiile sociale au înrîurit cercetările matematice şi realizările tehnice în moduri diferite în fiecare epocă: cînd în alegerea obiectului lor, cînd în trezirea sau diminuarea interesului pentru tehnică sau matematică. Societatea le-a imprimat caracterul său, şi de aceea rolul pe care-l joacă matematica şi respectiv tehnica într-o epocă dată poate fi considerat ca unul din elementele caracteristice ale gradului de civilizaţie, de cultură a acelei epoci.

Pentru a înţelege mai bine raportul dintre matematici şi progresul tehnic, să căutăm a preciza mai întîi obiectul matematicilor.

DEFINIŢIA ŞI OBIECTUL MATEMATICILOR

Cea mai izbitoare trăsătură a matematicilor este aspectul lor abstract, care însă nu constituie o exclusivitate a matematicilor. Noţiunile de masă, flux magnetic, entropie etc. ale fizicii sînt abstracţii ca şi noţiunile de număr, limită, matrice etc. ale matematicilor, de care nu diferă decît prin gradul de abstractizare.

Este evident deci că o înţelegere justă a obiectului matematicilor trebuie să se sprijine în prealabil pe o interpretare generală a rolului şi locului abstracţiei în cunoaşterea naturii, din care apoi să deducem particularităţile abstracţiei matematice pentru a ajunge în modul acesta la determinarea obiectului ei.

Rezolvarea completă a acestei probleme a fost dată de F. Engels în *Anti-Dühring* şi de V. I. Lenin în *Caiete filozofice*.

„Cunoaşterea — după cum arată V. I. Lenin — este reflectarea naturii de către om. Dar aceasta nu este o reflectare simplă, nemijlocită, integrală, ci procesul unui şir de abstracţii, de formări, de alcătuiri de concepte, legi etc., care concepe, legi etc... *cuprind* convenţional, aproximativ legitatea universală a naturii ce se mişcă şi se dezvoltă etern... Omul nu poate cuprinde = reflecta = reproduce toată natura, în întregime, «totalitatea ei nemijlocită», el poate numai să se apropie *veşnic* de aceasta, creînd abstracţii, concepte, legi, o imagine ştiinţifică a lumii, etc. etc." [1].

Şi mai departe : „Gîndirea, pornind de la concret la abstract, nu se depărtează — dacă este justă... — de adevăr, ci se apropie de el. Abstracţia *materie, lege* a naturii, abstracţia *valoare* etc., într-un cuvînt *toate* abstracţiile ştiinţifice (juste, serioase, nu absurde) reflectă natura mai profund, mai exact, mai *complet.* De la intuirea vie la gîndirea abstractă *şi de la ea la practică* — aceasta este calea dialectică a cunoaşterii *adevărului,* a cunoaşterii realităţii obiective" [2].

De aici putem deduce care sînt caracteristicile abstracţiei :

1. Procesul de abstracţie ca moment al cunoaşterii este un proces complex, realizat prin aportul comun al individului şi al colectivităţii de-a lungul veacurilor.

2. Cu ajutorul abstracţiilor în general şi al abstracţiilor ştiinţifice în particular putem cunoaşte natura mai profund, mai adevărat, mai complet. În modul acesta, realitatea materială îşi găseşte în abstracţiile juste o reflectare adecvată, o oglindire, a cărei perfecţiune creşte o dată cu adîncirea cunoaşterii.

Abstracţia este o treaptă necesară în actul de cunoaştere a naturii, cu condiţia ca aceste abstracţii să aibă un caracter just.

3. Caracterul just al abstracţiei se verifică prin practică, excluzînd abstracţiile nejuste, precizînd şi clarificînd pe cele vagi şi respectiv neclare.

4. Prin actul de cunoaştere în general, ca şi prin abstracţie în particular, omul se apropie într-o mişcare veşnică, în mod asimptotic de adevăr [3].

Aplicarea în domeniul matematicilor a acestor caracteristici generale ale procesului de abstractizare ne va conduce respectiv la următoarele concluzii :

---

[1] V. I. Lenin, *Caiete filozofice*, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1956, p. 150—151.

[2] *Ibidem*, p. 140.

[3] Vezi şi A. Aleksandrov, *Dialectica leninistă şi matematica*, în „Priroda", 1951, nr. 1.

a) Abstracţiile matematice au rezultat dintr-un proces complex de cunoaştere, care a fost condiţionat de numeroşi şi foarte variaţi factori. De acest lucru va trebui să se ţină permanent seama atît în explicarea obiectului matematicilor, cît mai ales în justificarea evoluţiei matematicii, pentru a nu cădea în greşeala de a forma teorii simpliste, parţiale, incomplete, care ne-ar conduce la concluzii nejuste.

b) Abstracţiile matematice nu înseamnă, aşadar, irealitate şi ele nu sînt nişte creaţii arbitrare ale conştiinţei noastre ; ele îşi au originea în datele directe ale practicii, ale experienţei. Abstracţiile matematice sînt un instrument puternic pentru studiul naturii.

Deşi cunoaşterea detaliată, cu considerarea tuturor atributelor concrete ale fenomenelor naturii, nu este posibilă numai cu ajutorul matematicilor tocmai datorită lăsării la o parte a atributelor concrete care individualizează fiecare fenomen, este posibil să se stabilească legi generale ce pot fi aplicate la cele mai variate fenomene care nu au aparent nici o legătură între ele. Aşa, de exemplu, ecuaţia lui Laplace este comună problemelor de electricitate, de hidromecanică şi elasticitate ; analogia între principiul celei mai mici acţiuni al lui Ostrogradski-Hamilton în mecanică şi principiul lui Fermat în optică a fost ideea care a stat la baza formării mecanicii cuantice etc.

c) Abstracţiile matematice vor trebui să fie verificate prin practică : „Omul trebuie să dovedească prin practică adevărul gîndirii sale“ *(K. Marx)*. Este evident că, datorită însuşi gradului înalt de abstractizare a noţiunilor matematice, această verificare nu poate fi făcută în mod direct. Ea va fi realizată în special prin intermediul fizicii şi al tehnicii. Această verificare poate fi realizată concomitent cu formularea abstracţiei matematice sau ulterior, aşa cum s-a întîmplat cu teoria numerelor imaginare, teoria grupurilor a lui Galois, geometria neeuclidiană a lui Lobacevski etc., asupra cărora vom reveni.

d) Conţinutul real al abstracţiilor matematice a fost precizat de F. Engels, care a dat în modul acesta cea mai bună caracterizare matematicilor : „Matematica pură, are drept obiect formele spaţiale şi raporturile cantitative ale lumii reale, adică un material foarte real. Faptul că acest material apare într-o formă extrem de abstractă nu poate ascunde decît superficial provenienţa lui din lumea exterioară. Pentru a putea cerceta aceste forme şi raporturi în puritatea lor, e necesar ca ele să fie complet despărţite de conţinutul lor, care trebuie neglijat ca ceva indiferent“ [1].

---

[1] F. Engels, *Anti-Dühring*, ed. a III-a, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1955, p. 48.

Din caracterizarea obiectului matematicii dată de F. Engels şi din înţelegerea leninistă a abstracţiei rezultă următoarele concluzii importante pentru analiza problemei ce ne-am propus :

1. Matematicile s-au născut, s-au dezvoltat şi continuă să se dezvolte din necesităţile materiale ale societăţii. „Ca şi toate celelalte ştiinţe — spune Engels —, matematica s-a născut din necesităţile practice ale oamenilor : din măsurarea loturilor de pămînt şi a capacităţii vaselor, din calcularea timpului şi din mecanică. Dar, ca şi în toate domeniile gîndirii, pe o anumită treaptă de dezvoltare legile abstrase din lumea reală sînt despărţite din lumea reală şi îi sînt opuse ca ceva de sine stătător, ca nişte legi venind din afară cărora lumea trebuie să li se conformeze“ [1]. Cel mai vechi letopiseţ matematic, *Papyrus Rind* sau *Manualul* lui Ahmeş al egiptenilor, apărut cu 17 secole î.e.n., este un adevărat manual de geometrie practică, care conţine o serie de propoziţii interesante, enunţate sub formă de probleme, relativ atît la măsurarea şi proprietăţile suprafeţelor plane (dreptunghi, triunghi, trapez), cît şi ale volumelor, în special ale piramidei şi trunchiului de piramidă.

„Din timpurile cele mai îndepărtate — afirmă savantul francez E. Picard — cînd topometrii vechiului Egipt măsurau cîmpurile Nilului, anticipînd astfel studiile geometrice pe care aveau să le cultive grecii, dependenţa dintre ştiinţa pură şi ştiinţa aplicată a fost tot timpul intensă.

Aceste influenţe reciproce au activat de-a lungul veacurilor într-un sens sau într-altul, practica conducînd la speculaţii teoretice, pe cînd teoria a fost deseori originea cercetărilor practice“ [2].

Practica socială ridică în faţa matematicii continuu noi probleme, stimulează dezvoltarea ei într-o direcţie sau alta şi asigură verificarea adevărurilor deduse din concluziile ei.

Pentru a stăpîni varietatea formelor spaţiale şi a relaţiilor cantitative obţinute printr-o directă abstractizare a realităţii, matematicile şi-au creat noţiuni de înaltă abstracţie ca cele de număr, funcţie, funcţională, mulţime, grup etc. şi şi-au elaborat teorii ştiinţifice, ca teoria mulţimilor infinite, a spaţiilor abstracte, a analizei funcţionale etc.

2. Datorită gradului lor înalt de abstractizare, matematicile nu studiază numai relaţiile cantitative şi formele spaţiale, care au rezultat din contactul direct cu practica. Matematica reia acest

---

[1] F. Engels, *Anti-Dühring*, ed. a III-a, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1955, p. 48.

[2] E. Picard, *La science moderne et son état actuel*, Edit. Flammarion, Paris, 1905, p. 6.

studiu al relaţiilor şi formelor, de data aceasta însă aplicat noţiunilor acumulate în interiorul însuşi al matematicilor, realizînd în modul acesta „o abstracţie a abstracţiei“. În modul acesta, matematica este o disciplină bine conturată, cu independenţă relativă, proprie de altfel — într-un grad mai mare sau mai mic — oricărei ştiinţe ; ea îşi creează continuu noi teorii şi noţiuni abstracte, conform structurii ei interne, în vederea aplicării şi verificării lor în practică [1].

Matematicianul nu este, aşadar, un simplu „furnizor de formule“, care aşteaptă numai comenzi din partea tehnicianului. El pregăteşte de multe ori, după expresia lui Taine, „formele în care fizicienii şi tehnicienii vor turna în viitor experienţele şi practica lor“.

Mai rămîne de precizat care este obiectul tehnicii şi în ce constă progresul tehnic.

TEHNICA ŞI PROGRESUL TEHNIC

Tehnica, privită ca totalitate a mijloacelor de muncă pe baza cărora se dezvoltă producţia socială, reprezintă, împreună cu capacitatea oamenilor de a utiliza această tehnică, unul din elementele cele mai dinamice, cele mai revoluţionare ale modului de producţie specific unei orînduiri sociale.

Rolul social al tehnicii nu poate fi înţeles decît de pe poziţiile ferme ale filozofiei marxiste. După cum au arătat clasicii marxismului, forţele de producţie, ajunse la un anumit nivel de dezvoltare, cer schimbarea relaţiilor de producţie, a bazei economice a societăţii în conformitate cu legea generală a concordanţei obligatorii dintre caracterul relaţiilor de producţie şi nivelul forţelor de producţie. Dacă în general progresul tehnic nu poate fi oprit în mod absolut de existenţa unor relaţii de producţie învechite, el poate fi însă frînat într-un anumit grad.

În epoca imperialismului, cînd se ascute necontenit contradicţia fundamentală a capitalismului — contradicţia dintre caracterul social al producţiei şi modul de însuşire capitalist —, dezvoltarea forţelor de producţie, deci şi dezvoltarea tehnicii, este pusă în slujba producerii plusvalorii, a acumulării de profituri de către trusturi. În modul acesta, scopul producţiei capitaliste — sporirea plusvalorii — frînează dezvoltarea nelimitată a forţelor de producţie şi a progresului tehnic. În schimb, instaurarea unor relaţii de producţie corespunzătoare, în cazul de faţă relaţii socialiste, dă frîu liber dezvoltării tehnicii, asigură acesteia un progres deplin.

---

[1] S. V. Vousovski şi G. A. Kursanov, *Despre rolul matematicii în dezvoltarea fizicii moderne*, în „Probleme de filozofie“, 1958, nr. 9.

În orînduirea socialistă, progresul tehnic constituie factorul principal în ridicarea producţiei şi productivităţii muncii, ridică nivelul de trai al oamenilor muncii, uşurează efectuarea muncilor grele, măreşte venitul naţional, reduce mult timpul de muncă, sporeşte necontenit bogăţia producătorilor. În aceste condiţii, dezvoltarea tehnicii se realizează nestingherit. „Comunismul — se spune în Programul adoptat la Congresul al XXII-lea al P.C.U.S. — asigură dezvoltarea neîntreruptă a producţiei sociale şi ridicarea productivităţii muncii pe baza progresului tehnic-ştiinţific rapid, înarmează omul cu cea mai perfecţionată şi mai puternică tehnică, ridică pe o treaptă foarte înaltă dominaţia oamenilor asupra naturii, le dă posibilitatea să dirijeze într-o măsură tot mai mare şi mai deplină forţele ei oarbe“ [1].

Progresul tehnic este condiţionat deci în primul rînd de legile economice ale orînduirii respective, care îi determină caracterul specific, ritmul de dezvoltare, direcţia evoluţiei.

Tehnica şi ştiinţele naturii, precum şi matematica, nu sînt numai nişte puteri limitrofe, întreţinînd raporturi de bună prietenie. Ele se interferează reciproc, scopul şi obiectul lor final fiind acelaşi. Progresele unei ţări depind într-o mare măsură de nivelul dezvoltării ştiinţei, deci şi al matematicii, strîns legată de dezvoltarea tehnicii.

Sprijiniţi pe principiile arătate mai sus, putem trece acum la legătura dintre matematică şi progresul tehnic.

Este foarte important însă, dat fiind raportul vădit de interdependenţă între matematică şi tehnică, să se păstreze o anumită supleţe în considerarea acestui raport.

Necesităţile practicii în general, determină în ultimă instanţă dezvoltarea matematicii, care, la rîndul ei, împinge înainte tehnica, în special prin intermediul ştiinţelor, cum sînt mecanica, fizica etc. Raportul esenţial dintre tehnică şi matematică este un raport de la determinant la determinat.

Rolul determinant în acest raport îl are deci tehnica, necesităţile producţiei. Dar acest raport esenţial nu apare totdeauna în formă pură ; nu întotdeauna matematica reuşeşte să corespundă nevoilor tehnicii ; tehnica deci nu determină întotdeauna cu necesitate un nivel corespunzător al matematicii şi nu orice progres al matematicii este legat direct de vreo necesitate tehnică.

---

[1] *Programul Partidului Comunist al Uniunii Sovietice*, în *Congresul al XXII-lea al P.C.U.S.* Ed. politică, Bucureşti, 1962, p. 383.

Credem de aceea că este util să amintim părerile lui Engels referitoare la modul cum trebuie interpretat rolul determinant al factorului economic în dezvoltarea societăţii, pentru a proceda prin asemănare cu interdependenţa dintre matematică şi tehnică.

În scrisoarea lui Engels adresată din Londra lui Bloch în ziua de 21 septembrie 1890 se arată :

„Potrivit concepţiei materialiste a istoriei, factorul în ultimă instanţă hotărîtor în istorie este producerea şi reproducerea vieţii reale. Nici Marx, nici eu n-am afirmat vreodată mai mult, şi dacă cineva denaturează aceasta, afirmînd că factorul economic este singurul hotărîtor, preface teza de mai sus într-o frază goală, abstractă şi absurdă. Starea economică este baza, dar diferitele elemente ale suprastructurii — formele politice ale luptei de clasă şi rezultatele ei, constituţiile date de clasa biruitoare după cîştigarea luptei etc., formele juridice, fără a mai vorbi de oglindirea tuturor acestor lupte reale în minţile participanţilor, teoriile politice, juridice, filozofice, concepţiile religioase şi dezvoltarea lor ulterioară în sistemele dogmatice — îşi exercită de asemenea înrîurirea asupra desfăşurării luptelor istorice şi determină, în multe cazuri, în special forma lor. Există o interacţiune a tuturor acestor factori în cadrul căreia mişcarea economică, croindu-şi drum prin mulţimea nesfîrşită de întîmplări (adică de lucruri şi de evenimente a căror legătură internă este atît de îndepărtată sau atît de greu de dovedit încît o putem considera ca inexistentă şi deci trece cu vederea), se impune în cele din urmă ca ceva necesar. Altminteri, aplicarea teoriei la o perioadă istorică oarecare ar fi mai uşoară decît rezolvarea unei ecuaţii simple de gradul întîi“ [1].

Interdependenţa dintre creaţia matematică şi necesităţile tehnicii va varia în timp, prezentînd maxime şi minime ; sînt anumite discipline matematice, după cum vom vedea ulterior, unde această interdependenţă este vădită. În alte ramuri ale matematicii, factorul tehnic-economic este interceptat de alţi factori de cultură, care intră în actul de creaţie matematică cu pondere diferită, ceea ce face ca detectarea factorului principal să apară foarte anevoioasă.

Cu intenţia de a face o sistematizare care nu are de loc pretenţia de a avea un caracter exhaustiv şi ţinînd seama de principiile arătate mai sus, am putea distinge trei raporturi între matematică şi tehnică la o epocă dată, şi anume :

---

[1] K. Marx şi F. Engels, *Opere alese în două volume*, vol. II, ed. a II-a, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1955, p. 533—534.

a) realizări tehnice importante se efectuează fără un dezvoltat instrument matematic ;

b) dezvoltarea tehnicii şi cercetarea matematică evoluează în interdependenţă ;

c) cercetarea matematică anticipează şi pregăteşte abstracţiile necesare dezvoltării ulterioare a tehnicii.

În cele ce urmează vom căuta să ilustrăm cu cîteva exemple primul raport dintre matematică şi tehnică.

1. *Realizări tehnice importante se efectuează fără un dezvoltat instrument matematic.* Săpăturile arheologice efectuate în 1882 în insula Samos au confirmat existenţa unui tunel lung de 1 km, cu o secţiune pătrată de 2/2 m, construit de Megarion Eupolinos în anul 550 î.e.n., aşa cum reieşea din descrierea dată de Herodot în opera sa istorică. Ceea ce este important de menţionat este faptul că acest tunel a fost săpat de la ambele capete şi că galeriile s-au întîlnit la mijloc cu o eroare de mai puţin de 10 m lateral şi 3 m înălţime. Direcţia celor două galerii a fost determinată cu un aparat numit deoptra, descris de Heron din Alexandria.

Este evident că pentru o astfel de construcţie, care şi pentru zilele noastre prezintă o problemă tehnică dificilă, a fost nevoie de un calcul matematic. Realizarea tehnică este însă superioară aportului matematicilor din epoca respectivă [1].

Construcţia numeroaselor monumente din valea Nilului şi în special a piramidelor, aceste uriaşe realizări tehnice ale antichităţii, nu s-ar fi putut face fără noţiunile de număr, suprafaţă, volum. Dar perfecta armonie constructivă a acestor monumente, lipsa completă a posibilităţilor de mecanizare ale acelei epoci susţin superioritatea şi ingeniozitatea mijloacelor tehnice faţă de stadiul matematicilor din acea epocă.

Construirea unor monumente grandioase, ca celebrele grădini suspendate din Babilon, Panteonul lui Agrippa, Podul Salario, Podul Elins, Podul Pocet du Gavre, Catedrala sf. Petru, biserica astăzi moscheie sf. Sofia din Constantinopol, turnul Cutab-Minar din Delhi etc., au fost realizate de către arhitecţii timpului fără să fi avut o metodă de calcul, ci numai experienţa transmisă din generaţie în generaţie.

În multe din domeniile tehnicii moderne, cum este, de exemplu, rezistenţa materialelor, industria hidrotehnică şi aviaţia, dezvoltarea ştiinţifică şi aportul matematicii este încă destul de redus în raport cu realizările tehnice.

---

[1] Van der Verden, *Les mathématiques appliquées dans l'antiquité*, în „L'enseignement mathématique", Geneva, 1955, p. 44.

Uriaşele baraje construite în ultimii ani, ca şi progresele imense ale aviaţiei, nu au dus la descoperiri senzaţionale în aero sau hidromecanică. Rezultatele matematice din teoria mişcărilor supersonice nu ar fi permis realizări de viteze de circa 2 000 km/oră. Inginerii nu au aşteptat ca matematicienii să învingă greutăţile de integrare a ecuaţiilor diferenţiale Navier-Stokes pentru fluide vîscoase sau Reynolds pentru mişcările turbulente. Cum aceste ecuaţii nu au fost integrate nici pînă în ziua de astăzi, ar fi însemnat că atît aviaţia cît şi hidrotehnica să-şi suspende provizoriu activitatea. Pentru necesităţile lor tehnice, inginerii au efectuat încercări pe modele reduse, din care au putut, printr-o interpretare adecvată, să tragă concluzii practice asupra mişcării efectuate la dimensiuni normale. În modul acesta, tehnica şi-a creat teoria similitudinii, care înlocuieşte cu succes întîrzierea ştiinţifică a mecanicii fluidelor în particular şi a matematicii în general.

2. *Dezvoltarea tehnicii şi cercetarea matematică evoluează în interdependenţă.* Acesta este raportul cel mai des întîlnit în istoria matematicilor.

În antichitate, matematica s-a dezvoltat în înfloritoarele cetăţi din jurul Mediteranei. La Atena, de exemplu, unde a existat un strat mijlociu de meseriaşi, matematica s-a dezvoltat din necesităţile apărute în industria meşteşugărească, în artizanat şi, mai ales, în arhitectură şi navigaţie.

Relaţiile de producţie ale societăţii medievale europene nu permiteau dezvoltarea matematicii, multe rezultate din antichitate fiind chiar uitate. Pentru a ilustra starea matematicilor în secolul al XV-lea este suficient să menţionăm faptul că gloria Universităţii din Wittenberg se datora şi faptului că acolo se învăţa şi înmulţirea.

O dată cu Renaşterea apar schimbări esenţiale în structura societăţii. Descoperirile de noi continente, intensificarea navigaţiei atrag după sine o dezvoltare a trigonometriei şi a tuturor mijloacelor matematice necesare astronomiei practice. În această atmosferă, Descartes creează geometria analitică.

Descoperirile ştiinţifice, mijloacele noi de producţie, necesitatea de a construi maşini şi unelte noi pe baza cunoaşterii în esenţă a fenomenelor şi a descrierii lor cu ajutorul unei legi generale au determinat apariţia calculului infinitezimal, operă genială a matematicienilor filozofi Leibniz şi Newton.

Apariţia calculului infinitezimal a însemnat începutul unui marş impetuos al matematicii. Îmbătaţi de rezultatele obţinute în tehnică cu acest nou instrument de gîndire, matematicienii pierd cunoscuta lor sobrietate. Cercetarea matematică se efectuează într-o stare de frenezie nemaiîntîlnită. Reticenţele parţiale ale unor matematicieni relativ la fundamentarea logică a noţiunii de limită sau a noţiunii echivalente de infinit mic sînt înlăturate prin fascinanta lozincă : „Allez en avant, la foi vous viendra“. Este demnă de remarcat această atitudine generală a încrederii în abstracţiile matematicii prin verificarea lor practică.

Apariţia maşinii cu abur şi necesitatea perfecţionării ei pentru diferite scopuri de producţie au determinat dezvoltarea ecuaţiilor cu derivate parţiale în general şi a ecuaţiei conductibilităţii termice în particular. Pentru studierea acestor fenomene termice, matematicianul Fourier creează seriile, care pe merit îi poartă numele şi care introduc studiul discontinuului în analiza matematică.

Teoria ecuaţiilor cu derivate parţiale s-a dezvoltat mai ales pentru şi prin fizică, în vederea satisfacerii necesităţilor tehnice. Fixarea diverselor tipuri de condiţii la limită au fost impuse de realitatea fizică şi a creat tot atîtea probleme matematicii noi.

Problemele de vibraţie, de electricitate şi de magnetism au condus pe Bernoulli, Euler, Ampère, Fourier, Gaus, Ostrogradski la crearea teoriei seriilor trigonometrice, a transformatei Fourier, a integralelor curbilinii şi de suprafaţă plană.

Printre integralele curbilinii create sub influenţa directă a tehnicii trebuie menţionate în primul rînd integrala travaliului unei forţe şi integrala circulaţiei vitezei într-un fluid. Aceste două integrale, ca şi multe alte integrale, pot ilustra pînă la evidenţă oglindirea realităţii într-o abstracţie matematică. De exemplu, în expresia forţei portante a lui Jukovski : $F = \rho V_\infty \Gamma$ (ρ — densitatea fluidului, V — viteza la infinit şi Γ — circulaţia de-a lungul unei curbe închise a vitezei), circulaţia Γ intră în determinarea mărimii forţei la fel ca mărimile curente ale mecanicii : densitatea şi viteza.

Cel mai important capitol de matematică aplicată, şi anume, calculul numeric, nu ar fi existat fără cererile repetate şi insistente ale inginerilor în scopul de a găsi soluţii aproximative sistemelor de ecuaţii diferenţiale care stau la baza problemelor tehnice.

În mod similar, teoria celor mai mici pătrate a fost impusă de teoria măsurătorii ; calculul operaţional a intervenit în rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale ale electrotehnicii.

De asemenea sub influenţa directă a tehnicii s-a născut nomografia şi calculul grafic.

Funcţiile de variabilă complexă, descoperite anterior, au căpătat un impuls puternic prin contactul direct cu problemele de mecanică a fluidelor ce apar în hidrotehnică şi aviaţie. Primele studii teoretice în mecanica fluidelor, şi anume studiul mişcărilor potenţiale plane cu sau fără circulaţie, a fost posibil numai cu ajutorul funcţiilor de variabilă complexă. Capitolul special de transformări conforme a devenit un instrument tehnic.

Datorită lucrărilor savanţilor sovietici, şi în special ale academicianului Mushelişvili, funcţiile de variabilă complexă au căpătat aplicaţii importante în domeniul teoriei elasticităţii.

Principiile de funcţionare a reactorilor nucleari ecuaţiile fundamentale (ecuaţia de transport, ecuaţia vîrstei, ecuaţia generală a difuziei) au pus noi probleme în teoria ecuaţiilor integrodiferenţiale.

Teoria numerelor este strîns legată de calculul probabilităţilor, care s-a dezvoltat pentru necesităţile fizicii, ale meteorologiei, ale statisticii şi ale numeroaselor probleme tehnice speciale, ca, de exemplu, modul de procedare pentru controlul raţional al fabricaţiei etc.

Apariţia simultană în secolul al XVII-lea a calculului probabilităţilor atît în Franţa cît şi în Anglia arată complexitatea creării şi dezvoltării unei abstracţii matematice, subliniată mai sus. Într-adevăr, aşa cum remarcă J. Haldane, calculul probabilităţilor a fost sugerat, în Anglia, de practica asigurărilor pe viaţă şi a altor activităţi comerciale, strîns legate de apariţia puternicei industrii rezultate din revoluţia engleză din secolul al XVII-lea. Această industrie necesită, o dată cu procurarea de materii prime, şi asigurarea unei pieţe de consum sigură şi avantajoasă. Anglia, o ţară insulară, şi-a asigurat prosperitatea industriei sale prin crearea unui puternic imperiu colonial, cu care a întreţinut intense legături maritime şi comerciale, unde pierderile şi riscurile comerciale erau inevitabile. De aici necesitatea calculului probabilităţilor.

Noul capitol al fizicii atomice, strîns legat de directivele de dezvoltare a tehnicii moderne, a formulat probleme care nu pot fi rezolvate cu instrumentajul clasic al matematicilor. Cercetătorii încearcă metode noi, şi anume aplicarea legilor probabilităţii statistice, care a necesitat o mare dezvoltare a teoriei matematice a probabilităţilor.

În U.R.S.S., unde problemele legate de colective sînt pe primul plan al preocupărilor ştiinţifice, calculul probabilităţilor a căpătat o mare dezvoltare. Numele lui P. Cebîşiov, A. Markov, A. Leapunov, A. Hincin etc. sînt legate de descoperiri fundamentale. Savanţii sovietici au aplicat cu mare succes calculul probabilităţilor în fizică, meteorologie, statistică, artilerie şi în mai multe probleme tehnice speciale.

Într-un raport asupra lucrărilor sale referitoare la lanţurile Markov, marele om de ştiinţă sovietic Kolmogorov afirmă : „Cu toată abstracţia acestei probleme, încă în 1931, ca rezultat al unor astfel de cercetări, am putut publica, afară de numărul consacrat teoriei generale, şi o lucrare ce rezolvă unele probleme importante pentru proiectarea reţelelor telegrafice şi telefonice“ [1].

Un alt matematician sovietic, L. Kantorovici, specialist în problemele abstracte ale teoriei mulţimilor, îndrumează pe muncitorii fabricii de încălţăminte „Scorohod“ din Leningrad în sensul folosirii raţionale a materiei prime.

Din continua interferenţă şi influenţă reciprocă dintre matematică şi tehnică se constată cît de labilă este frontiera dintre aşa-zisa matematică pură a matematicienilor şi matematica aplicată a inginerilor.

„De la cercetările abstracte logice — scrie matematicianul von Misses — care pătrund în domeniul filozofic pînă la socotelile obişnuite de toate zilele este un lanţ cu o mulţime de verigi care cuprinde tot ceea ce în general numim matematică.

Fiecare din noi, după ocupaţie, preferinţă sau înclinaţie, se situează la un loc definit al acestui lanţ de unde nu poate vedea în general decît o mică parte a acestui lanţ.

În interiorul acestui domeniu, el trasează o linie de demarcaţie şi numeşte matematică pură ceea ce este la stînga şi tinde către abstract şi matematică aplicată ceea ce este la dreapta, îndreptat spre viaţă practică. Nu este posibilă nici o separare ; nici o parte nu poate fi separată de totalitate fără a risca ca lanţul să se rupă şi orice discuţie asupra justificării scopului şi delimitării trebuie să dispară“ [2].

Pentru cercetătorul din elasticitate, geometria diferenţială este o parte din matematică pe care o aplică pentru stabilirea şi discutarea ecuaţiilor fundamentale ale disciplinei sale. În general, el întrebuinţează teoria elasticităţii pentru rezolvarea problemelor de rezistenţă a materialelor, pe care o consideră ca matematică aplicată. În fine, constructorul, tehnicianul întrebuinţează formule practice, care reprezintă pentru el matematica aplicată.

Exemplul cel mai convingător al rolului matematicilor în progresul tehnic ni-l dau rezultatele uimitoare obţinute în U.R.S.S. din colaborarea intimă dintre matematică şi tehnică.

---

[1] A. Haimovici, *Pentru o concepţie materialistă în ştiinţele matematice*, în „Analele romîno-sovietice“, 1952, nr. 3, p. 25.

[2] „Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik“, Band I, Heft 1, 1921.

Marile realizări ale U.R.S.S. în domeniul cuceririi spaţiului cosmic, lansarea sateliţilor artificiali ai Pămîntului, a rachetelor şi a navelor cosmice etc. constituie o mărturie indiscutabilă a potenţialului şi supremaţiei tehnice din ţara socialismului triumfător. Zborurile epocale ale lui Iuri Gagarin şi Gherman Titov au arătat pînă la evidenţă posibilităţile uriaşe de dezvoltare pe care le are ştiinţa şi tehnica în ţara în care se construieşte comunismul. O dată cu fixarea primei planete artificiale a sistemului solar se fixează noile coordonate ale ştiinţei şi tehnicii sovietice în spaţiul infinit al viitorului. Nebănuite perspective de dezvoltare a vieţii noastre terestre se coboară din spaţiile uitate de vreme. Este evident că o astfel de realizare epocală nu poate să fie înfăptuită fără o strînsă legătură între tehnica cea mai înaintată, susţinută de un înalt instrumentaj matematic. Datele ştiinţifice obţinute cu ajutorul tehnicii în cosmos vor forma puncte de plecare pentru noile domenii de cercetare matematică.

O caracteristică a ştiinţei sovietice este participarea ei simultană atît în domeniul realizărilor materiale imediate, cît şi în domeniul rezervei ştiinţifice a viitorului. Urmărirea unei soluţii practice se face într-un paralelism perfect cu cercetările cele mai teoretice.

Acest paralelism formează nota caracteristică a preocupărilor ştiinţifice prevăzute în raportul tovarăşului N. S. Hruşciov prezentat la Congresul al XXI-lea extraordinar al Partidului Comunist al Uniunii Sovietice, intitulat *Cu privire la cifrele de control ale dezvoltării economiei naţionale a U.R.S.S. pe anii 1959—1965*. Printre problemele ştiinţifice de mare anvergură menţionăm : problema desăvîrşirii electrificării ţării, strîns legată de crearea şi dezvoltarea unui sistem energetic unic care se va realiza prin ridicarea eficacităţii energetice a termocentralelor ; găsirea unor posibilităţi avantajoase de transmitere a energiei la mare distanţă, stabilirea unei balanţe energetice a ţării care să prevadă utilizarea cea mai economică şi mai efectivă a tuturor resurselor energetice, a combustibililor solizi, lichizi şi gazoşi, energia apelor, energia atomică ; problema energetică a viitorului, reacţia termonucleară dirijată, care va trebui să fie rezolvată în vederea utilizării ei paşnice ; problema ciocnirilor dintre nucleoni la energii înalte, precum şi studiile în domeniul razelor cosmice, sporirea eficacităţii de transformare a energiei solare, a energiei termonucleare, care va trebui să ocupe un loc important în domeniul cercetărilor teoretice şi practice ; problema creării de materiale tehnice cu proprietăţi dinainte stabilite, care va necesita studii în fizica corpului solid, a plasticităţii şi durităţii, a fenomenelor magnetice, a presiunilor înalte etc.

Toate aceste cercetări implică studii detaliate în diverse domenii ale matematicilor, ale maşinilor electronice de calcul, ale automatizărilor.

„În perioada actuală — se prevede în Programul Partidului Comunist al Uniunii Sovietice adoptat la Congresul al XXII-lea al P.C.U.S. — noile perspective ale progresului ştiinţei şi tehnicii sînt determinate în primul rînd de realizările *principalelor ramuri ale ştiinţelor naturii*. Nivelul înalt de dezvoltare a *matematicii, fizicii, chimiei, biologiei* constituie o condiţie necesară a avîntului şi eficacităţii ştiinţelor tehnice, medicale, agricole şi altor ştiinţe.

Cercetările teoretice vor căpăta cea mai largă dezvoltare, în primul rînd, în domeniile determinante pentru progresul tehnic, cum sînt electrificarea întregii ţări, mecanizarea şi automatizarea complexă a producţiei, transporturilor şi telecomunicaţiilor, chimizarea celor mai importante ramuri ale economiei naţionale, folosirea în producţie a energiei atomice“ [1].

Progresul tehnic modern nu poate fi conceput fără automatizare, care se fundamentează teoretic pe cel mai abstract dintre domeniile matematicii, pe logica matematică.

Automatizarea aplicată în tehnica capitalistă — şi, în consecinţă, partea ei teoretică, cercetările de logică matematică — nu poate însă, spre deosebire de ţările socialiste, să se dezvolte armonios.

De fapt, automatizarea accentuează şi mai mult contradicţiile inerente regimului capitalist. Progresul tehnic pe care automatizarea îl conţine sub formă potenţială nu poate fi realizat în ţările capitaliste decît într-un chip extrem de limitat şi unilateral, fără a fi însoţit de un progres social multilateral corespunzător.

Producerea efectelor binefăcătoare ale automatizării nu este numai o problemă tehnică, ci în primul rînd o problemă social-economică, ce nu poate fi realizată decît în sistemul socialist.

Ca o urmare a introducerii automatizării, în ţările capitaliste se constată deja o creştere impresionantă a numărului de şomeri, o accentuare a inegalităţii sociale, mărindu-se distanţa dintre cei avuţi şi cei săraci etc., spre deosebire de rezultatele aplicării automatizării în ţările socialiste, unde se constată o continuă ridicare a nivelului de trai, desfiinţarea muncilor grele, reducerea zilei de lucru etc.

S-ar mai putea cita încă numeroase exemple de evoluţie concomitentă a matematicilor şi tehnicii. Ele arată permanenta influenţă şi acţiune reciprocă între dezvoltarea matematică şi progresul tehnic.

---

[1] *Programul Partidului Comunist al Uniunii Sovietice*, în *Congresul al XXII-lea al P.C.U.S.*, p. 443.

Rezultatele abstracte ale matematicilor contribuie esenţial la dezvoltarea tehnicii, care, la rîndul său, alimentează cercetarea matematică cu un material inedit, dînd posibilitatea de a crea noi domenii de cercetări ştiinţifice-matematice.

Pentru ca această permanentă colaborare să fie rodnică trebuie însă ca tehnica să aibă posibilitatea unei evoluţii nestingherite. Acest lucru nu este însă posibil decît numai într-un regim socialist.

În ţara noastră, Republica Populară Romînă, unde matematica a părăsit de mult aşa-numitul turn de fildeş, întîlnim rezultatele rodnice ale colectivului format din matematicieni şi tehnicieni.

Urmînd exemplul ştiinţei sovietice, care şi în domeniul matematicii a atins un nivel atît de ridicat, oamenii de ştiinţă romîni au dezvoltat matematica menţinînd contactul direct cu realitatea. Acest contact matematica îl rezolvă azi în primul rînd prin intermediul fizicii teoretice moderne.

Rezultate remarcabile au fost obţinute în domeniul plasticităţii şi al elasticităţii, precum şi în domeniul mecanismelor automate, realizate în legătură strînsă cu unele cercetări sovietice.

În raportul la Congresul al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn se menţionează printre altele : „S-au făcut numeroase propuneri concrete pentru îmbunătăţirea legăturii dintre cercetările ştiinţifice şi practică, dintre institutele de cercetări şi de învăţămînt superior şi marile întreprinderi industriale şi agricole“ [1].

Dezvoltarea cercetării matematice în domeniul hidraulicii în particular şi în domeniul mecanicii fluidelor în general se împleteşte armonios cu realizările noastre tehnice, reprezentînd realizarea parţială a obligaţiilor ce avem de îndeplinit faţă de marea moştenire culturală lăsată nouă în mecanica fluidelor de către Aurel Vlaicu şi Traian Vuia. Această tradiţie a fost continuată cu succes prin lucrările de valoare internaţională ale Institutului de mecanică aplicată din cadrul Academiei R.P.R., precum şi de catedra de mecanică a fluidelor din cadrul Universităţii din Bucureşti.

3. *Cercetarea matematică anticipează şi pregăteşte abstracţiile necesare dezvoltării ulterioare a tehnicii.* De data aceasta construcţiile abstracte ale matematicilor se creează fără vreun impuls aparent exterior provocat de tehnică sau fizică, ci numai dintr-o necesitate internă a matematicii.

Matematicianul este obligat să răspundă unor probleme proprii, perfecţionîndu-şi edificiul său logic prin crearea de noi noţiuni, prin generalizarea principiilor existente sau prin formularea de noi teorii.

---

[1] *Congresul al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn*, Ed. politică, Bucureşti, 1960, p. 26.

Această „necesitate ideală a matematicianului — spune F. Engels în *Anti-Dühring* — nu este o lege absolută pentru lumea reală". Numai verificarea practică va justifica anticiparea matematicianului şi va acorda abstracţiei create dreptul de împămîntenire în patrimoniul ştiinţei.

Aşa s-a întîmplat cu apariţia numerelor imaginare, create din necesitatea de a găsi un număr al cărui pătrat să fie egal cu minus 1.

Numele ce-l poartă arată reticenţa cu care au fost primite în domeniul matematicii şi însuşi marele Leibniz le considera ca „un elegant şi minunat refugiu al spiritului dumnezeiesc, un avorton din lumea ideilor, aproape o amfibie, o fiinţă hibridă între a fi sau a nu fi".

De îndată însă ce au căpătat o utilizare reală în special în aerodinamică şi electrotehnică, unde au devenit un instrument de calcul indispensabil, ele au format un capitol special al analizei clasice.

Un alt exemplu strălucit care arată complexitatea dezvoltării matematicii îl constituie geometria neeuclidiană a lui N. Lobacevski, născută din problema explicării dependenţei sau independenţei logice a axiomei paralelelor de celelalte propoziţii fundamentale ale geometriei lui Euclid. Ideile abstracte ale geometriei neeuclidiene au găsit diverse aplicaţii în mecanică şi fizică, servind în acelaşi timp la formularea unei teorii noi, şi anume a teoriei generalizate a relativităţii.

În mod similar, teoria grupurilor lui Galois a avut o mare influenţă asupra fizicii matematice şi asupra teoriei funcţiilor, găsind o largă aplicaţie în fizica teoretică.

Încercînd să rezolve ecuaţia funcţională care generalizează ecuaţia întîlnită în rezolvarea problemei lui Dirichlet cu ajutorul unui potenţial de dublu strat, savantul suedez I. Fredholm animă teoria ecuaţiilor integrale, care devine, datorită studiilor declanşate ulterior, un puternic instrument de cercetare a fizicii matematice şi a tehnicii. Anticipînd utilizarea acestei noi teorii matematice în tehnică, inginerul şi matematicianul Tr. Lalescu scrie în 1912 una dintre primele cărţi de teorie a ecuaţiilor integrale, devenită clasică.

Fără asistenţa prealabilă a matematicii, rezultatele geniale ale lui Bohr, Planck, Einstein, Curie, de Broglie şi a savanţilor sovietici Blohinţev, Sokolov, Ivanenko etc. nu ar fi fost posibile. Izvoarele imense de energie nucleară ascunse în microcosmul atomic ar fi continuat să rămînă neutilizate. Matematicile şi fizica au pus bazele tehnicii nucleare de astăzi, care va contribui într-o mare măsură la dezvoltarea societăţii noastre socialiste.

Şcoala matematică romînă a realizat după 23 August, datorită sprijinului neprecupeţit al Partidului Muncitoresc Romîn şi al Guvernului Republicii Populare Romîne, o impetuoasă dezvoltare.

Rezultatele teoretice obţinute în diferite domenii, ca, de exemplu, metode topologice în teoria funcţiilor de variabilă complexă, metoda matricelor asociate la studiul ecuaţiilor cu derivate parţiale, teoria algebrică a mecanismelor automate, dinamica marilor viteze subsonice şi supersonice, teoria ecuaţiilor poliarmonice şi policalorice, teoria spaţiilor neolonome, teoria lanţurilor Markov şi a lanţurilor cu legătură generalizate etc., constituie o contribuţie definitivă la patrimoniul ştiinţei universale.

Aceste rezultate, ca şi orientarea cercetărilor viitoare în domeniul matematicii din ţara noastră, sînt puse în mod conştient în slujba producţiei, în slujba introducerii tehnicii noi. În orînduirea socialistă, cerinţele progresului ştiinţei şi tehnicii moderne determină înfăptuirea unui program bine chibzuit de dezvoltare a matematicii. Partidul Muncitoresc Romîn, pornind de la faptul că introducerea tehnicii celei mai noi în toate ramurile economiei naţionale constituie o condiţie principală pentru îndeplinirea cu succes a planurilor economice, îndrumează cu înţelepciune cercetarea ştiinţifică pentru a corespunde cerinţelor practicii, ale producţiei. „Cercetarea ştiinţifică — se arată în Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. — este chemată să dea o contribuţie importantă la introducerea tehnicii noi şi la soluţionarea problemelor tehnice-economice pe care le ridică dezvoltarea economiei naţionale“ [1]. Dezvoltarea cercetărilor matematicii este îndrumată de Partidul Muncitoresc Romîn tocmai în sensul necesităţilor sociale, al cerinţelor practicii. De aceea Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. subliniază: „Ţinînd seama de rolul deosebit de important al matematicii în rezolvarea problemelor puse de cercetarea ştiinţifică şi de practică în diferite domenii ale ştiinţelor naturii, se vor dezvolta lucrările de calcul mecanic, grafic şi statistic, cu aplicaţii în economia naţională“ [2].

Cercetătorii matematicieni din ţara noastră găsesc în aceste indicaţii ale Partidului Muncitoresc Romîn îndrumarea de care au nevoie pentru a asigura ştiinţei matematice o dezvoltare nestingherită. Această orientare fructuoasă este rodul aplicării în viaţă a concepţiei marxiste asupra dezvoltării sociale în general şi asupra raportului dintre ştiinţele naturii şi tehnică în particular. Filozofia marxist-leninistă pune în adevărata sa lumină funcţia socială de prim rang a cunoaşterii ştiinţifice, strîns legată prin esenţa sa de procesul social de producţie. Cunoaşterea legilor naturii, departe de a fi o preocupare justificată pe plan pur spiritual — cum propovăduiesc diversele şcoli idealiste —, se dovedeşte a fi un moment necesar al procesului complex de stăpînire practică a naturii. Raţiunea de a fi a ştiinţei este socială, este legătura ei — directă sau mediată în chip mai complex — cu practica.

---

[1] *Congresul al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn*, p. 680.
[2] *Ibidem.*

Conştiinţa clară a acestui fapt, cu care filozofia marxist-leninistă înarmează atît pe oamenii de ştiinţă cît şi pe tehnicieni, reprezintă o condiţie esenţială a dezvoltării armonioase a ştiinţei în strînsă legătură cu tehnica şi cu nevoile practice. Militînd pentru o orientare materialist-dialectică a cercetărilor ştiinţifice, partidul nostru urmăreşte tocmai progresul neîngrădit al ştiinţei şi tehnicii.

Grija cu care partidul îndrumează în acest sens întreaga orientare a ştiinţei şi tehnicii din ţara noastră este dovada caracterului profund ştiinţific al politicii sale în toate domeniile activităţii sociale.

METODA DIALECTICĂ ŞI ŞTIINŢELE FIZICE

de *VALER NOVACU, membru corespondent al Academiei R.P.R.*

1. Logica dialectică călăuzită de principiul dezvoltării, care presupune deducerea formelor superioare din cele inferioare şi subordonarea formelor inferioare celor superioare, prezintă procesul dezvoltării gîndirii ştiinţifice ca o „înălţare" de la singular (S) prin particular (P) la universal (U). În această mişcare se dezvăluie logica descoperirilor ştiinţifice lucru care scapă atenţiei dacă utilizăm numai logica elementară. Putem spune că *dialectica reprezintă logica şi metodologia creaţiei ştiinţifice.*

a) Succesiunea S-P-U reprezentînd *necesitatea internă* a procesului cunoaşterii nu este absolută, există abateri, zigzaguri inevitabile şi anticipări dat fiind rolul creator al *ipotezei* şi în fizică, ca formă de dezvoltare a ştiinţelor fizice.

În general *trecerile inductive* (S-P, P-U, S-U) se îmbină cu *trecerile deductive* (U-S, U-P).

De exemplu : Cazul radioactivităţii ne arată posibilitatea unei scheme U-S-P.

b) Caracteristica formării cunoaşterii în fizică este dezvoltarea în *trepte diferite* de la prima *presupunere* despre adevăr (naşterea ideii generale) prin formarea *ipotezei* ştiinţifice (care permite verificarea în practică a adevărului presupus şi purificarea sîmburelui de adevăr de elementele subiective) printr-un lanţ de analize şi sinteze la *teoria* ştiinţifică verificată de practică şi la *legea* care exprimă legătura universală obiectivă dintre fenomene.

După cum a arătat V. I. Lenin mersul general al cunoaşterii ştiinţifice reprezintă un proces de adîncire a gîndirii omeneşti în esenţa fenomenelor, *de la fenomene la esenţă şi de la o esenţă mai puţin profundă la o esenţă mai profundă.*

Există o *întoarcere a gîndirii* ştiinţifice la punctul iniţial (fenomen).

Succesiunea principiilor teoretice este una dintre cele mai caracteristice trăsături ale dezvoltării cunoştinţelor ştiinţelor fizice.

O teorie nouă este întotdeauna, sub un anumit aspect, o *dezvoltare* şi o *concretizare* a principiilor formulate în trecut. Ea porneşte de la analiza ideilor acumulate înainte, rădăcinile fiind adînc înfipte în reprezentările anterioare constituind o sinteză.

Este esenţial de subliniat că noua teorie nu elimină realizările teoriei care a precedat-o ci scoate în evidenţă *limitele reale* ale aplicabilităţii legilor şi noţiunilor vechii teorii.

Baza metodologică care ne permite să punem în evidenţă această succesiune o formează în special *legea dialectică a negării negaţiei,* care ne arată repetarea într-un stadiu superior a anumitor trăsături şi proprietăţi ale stadiului inferior.

2. *Problema mediului* sau a eterului emisă la timpul său de fizica carteziană, iar înainte, de filozofia greacă din antichitate, dezvoltată şi concretizată de electrodinamica lui Faraday-Maxwell, iese din nou la lumina zilei pentru fizica modernă sub forma *de cîmp* considerat formă a materiei.

3. Categoria de *cîmp* a fost introdusă în fizică de Faraday pentru explicarea fenomenelor electrice şi magnetice a căror înglobare în schema newtoniană s-a dovedit imposibilă. Este interesant de analizat împrejurările în care a avut loc acest pas important în fizica teoretică.

4. Teoria electrostaticii şi a magnetostaticii a fost construită pe modelele clasice ale mecanicii newtoniene de Coulomb, Poisson, Gauss ş.a. datorită analogiei dintre legile interacţiunii electrostatice şi magnetostatice cu legea gravitaţiei universale.

Filozofia mecanicistă era o extrapolare nelimitată a mecanicii newtoniene cu concluzia că nu există absolut nimic în univers care să nu se integreze în schema teoretică asociată legilor de mişcare newtoniene. Întreaga diversitate şi arbitrarietate aparentă a fenomenelor din natură se reducea la un şir de procese mecanice simple şi raţional inteligibile.

În fond totul se reducea la deplasarea unor corpuri în vid sub acţiunea unor forţe a căror natură putea fi cunoscută în principiu.

Încadrată în această schemă newtoniană ideea fundamentală a teoriei lui Coulomb era ideea *structurii atomare* discrete a materiei, noţiunea fundamentală fiind *sarcina electrică* considerată drept izvorul fenomenelor electrice. Interacţiunea dintre sarcini era caracterizată de *principiul acţiunii la distanţă.* În această perioadă se face *abstracţie* în mod necesar de *acţiunile mediului.*

Descoperirea ulterioară a curentului electric şi a efectelor sale magnetice a pus problema legăturii dintre forţele magnetice şi cele electrice. Încercarea lui A. M. Ampère de a îngloba în aceeaşi schemă newtoniană şi interacţiunile magnetice dintre curenţii electrici cu tot succesul formal, punea probleme delicate care nu au putut fi soluţionate. Dimpotrivă, noi descoperiri experimentale, ca legea inducţiei electromagnetice şi studiul influenţei mediului de către Faraday au dus la acumularea de fapte noi ce contraziceau schema admisă.

Forţele electrodinamice nu erau forţe newtoniene. Ele nu satisfăceau legea a treia a lui Newton. Legile electrodinamicii nu puteau fi reduse la legile mecanicii. Primul care a înţeles acest lucru a fost Faraday.

Contradicţia a fost rezolvată de Faraday prin abandonarea schemei newtoniene introducînd ipoteza mediului material ca mijlocitor al acţiunilor electrice şi magnetice şi a transformabilităţii reciproce a forţelor din natură.

Rolul determinant al mediului în explicarea fenomenelor electromagnetice este exprimat de Faraday prin afirmaţia : „Materia este prezentă pretutindeni şi nu există un spaţiu care să nu fie ocupat de ea“. Faraday introduce ideea cîmpului, a unei „stări electronice“ a materiei care era ilustrată prin liniile de forţă.

Faraday vedea în cîmpurile electrice şi magnetice forme de legături complexe ce nu pot fi explicate pe de-a-ntregul cu ajutorul forţelor cu acţiune la distanţă newtoniene.

Ideea generală a lui Faraday asupra rolului mediului a fost concretizată şi dezvoltată sistematic de Maxwell prin introducerea noţiunii de *cîmp electromagnetic* definit ca „acea parte a spaţiului care conţine şi înconjoară corpuri aflate în stare electrică şi magnetică“.

Electrodinamica faradayană îşi găseşte încununarea în ecuaţiile cîmpului electromagnetic stabilite de Maxwell. Aceste ecuaţii stabilesc existenţa unei interacţiuni între variaţiile în spaţiu şi timp a cîmpurilor electrice şi magnetice descriind procesul continuu de propagare a cîmpurilor electrice şi magnetice în mediu cu o viteză finită. Ele exprimă principiile acţiunii din aproape în aproape care a permis pătrunderea mai adîncă în esenţa fenomenelor electromagnetice. Descoperind unitatea şi întrepătrunderea fenomenelor electrice şi magnetice teoria lui Maxwell a condus la descoperirea naturii electromagnetice a luminii verificată experimental de Hertz. Construcţia ipotetică a lui Faraday s-a transformat astfel într-o teorie certă.

5. Ideile lui Faraday erau în opoziţie evidentă cu principiile newtoniene, înrudirea lor cu ideile lui Lomonosov şi Euler este incontestabilă, însă rădăcinile concepţiilor lui Faraday trebuiesc căutate la izvorul lor real în fizica lui Descartes. Această *revenire la ideile lui Descartes* dovedeşte în primul rînd caracterul dialectic al dezvoltării cunoştinţelor ştiinţifice. Reîntoarcerea are loc însă pe o bază nouă îmbogăţită.

O altă observaţie importantă este corespondenţa, conexiunea logică dintre legile electromagnetice ale lui Maxwell şi cele coulombiene. Într-adevăr legile lui Coulomb, Ampère etc. se păstrează căpătînd o explicaţie mai profundă, mai corespunzătoare. În felul acesta noua teorie înglobează sîmburele de esenţă din vechea teorie.

6. Este important să observăm că în definiţia dată de Maxwell cîmpului „spaţiu în care acţionează diferite *forţe*" se păstrează elementele concepţiei dinamice ale materiei a lui Newton, deoarece se bazează numai pe observaţia *acţiunilor mecanice* ale cîmpului. Astfel cîmpul transmiţînd interacţia electrică şi magnetică, manifestînd forţe ponderomotoare, se consideră drept cauză a *schimbării stării* de mişcare a corpurilor încărcate electric sau magnetizate.

7. O însemnătate excepţională a avut asupra formării noţiunii de cîmp dezvoltarea opticii ondulatorii. Cît priveşte natura luminii de la început au fost opuse două concepţii contradictorii (dedublarea unicului în laturi contradictorii). Ipoteza ondulatoare a lui Huyghens era opusă ipotezei corpusculare a lui Newton. Triumful ipotezei ondulatorii se datoreşte descoperirilor experimentale a interferenţei (Young), difracţiei (Fresnel) şi polarizării (Malus).

Young este influenţat de ideile lui Euler şi Lomonosov despre lumină ca proces desfăşurat în eter (materie subtilă). Principiul interferenţei înseamnă suprapunerea mişcărilor ondulatorii enunţat de Euler.

Fresnel bazat pe ideea *elasticităţii* eterului şi a *transversalităţii* undelor luminoase a transformat ipoteza ondulatorie în teoria ondulatorie a luminii.

Sub influenţa teoriei lui Fresnel cîmpul electromagnetic era privit ca o stare activă a „materiei subtile" (a eterului), o stare de deformaţie elastică a acestui mediu (tensiuni interne ale acestui mediu).

Contemporanii apreciau victoria electrodinamicii lui Maxwell ca o victorie a fizicii eterului, a fizicii continuului.

8. Cu toate că Maxwell a ajuns la ecuaţiile sale pornind de la o analogie mecanică şi cu ajutorul unor modele mecanice (mecanica mediilor continui) el şi-a dat seama limpede că ecuaţiile sale reprezintă legile unui nou domeniu de procese fizice ce nu pot fi reduse la mecanică. În limbajul materialismului dialectic o formă nouă de mişcare superioară nu se putea reduce la simple deplasări, mişcări mecanice.

De altfel problema *mediului material* purtător al cîmpului electromagnetic a pus o serie de probleme dificile.

Astfel încă Fresnel şi-a dat seama că fizica eterului pune probleme complicate şi contradictorii care a preocupat ulterior pe cei mai distinşi fizicieni din sec. al XIX-lea fără să le poată soluţiona.

În primul rînd era necesar să se pună de acord ipoteza undelor transversale cu proprietăţile eterului elastic acceptabil din punct de vedere mecanic. Acest lucru s-a dovedit imposibil.

Trebuia rezolvată problema interacţiunii dintre eter şi substanţă, în sfîrşit trebuia elaborată teoria propagării luminii în medii în mişcare.

În deosebi, punerea în evidenţă a „vîntului“ eteric produs de corpurile în mişcare a eşuat, astfel că s-a tras concluzia că chiar dacă există eterul, atunci în limita preciziilor experienţelor efectuate toate se petrec ca şi cum nu ar exista de fel.

În consecinţă s-a ajuns la concluzia că noţiunea de cîmp reprezintă o entitate *calitativ nouă*. Acest punct de vedere a fost exprimat întîia oară de Lorentz.

Introducerea cîmpului a modificat concepţia despre substanţe şi despre spaţiu.

După cum au dovedit experienţele făcute de Lebedev asupra presiunii luminii *cîmpul poartă energie, impuls şi moment cinetic* (noţiunile au fost introduse pe baza teoriei lui Maxwell de I. J. Thomson, Abraham, Poincaré), astfel că are proprietăţi analoage corpurilor în mişcare.

Astfel ideea existenţei cîmpului ca o entitate calitativ nouă ce există şi în spaţiul vid fără niciun mediu suport a însemnat un pas important în *îndepărtarea de concepţia mecanicistă* ducînd spre descoperirea de *noi proprietăţi fundamentale a materiei.*

Acest fapt a fost exprimat sugestiv de O. D. Hvolson: „La baza teoriei lui Maxwell — stă o ipoteză neînţeleasă, primul exemplu al acelei stări de spirit care este caracteristică fizicii noi şi care nu exista în fizica veche“.

9. Paralel cu tendinţa materialistă s-a dezvoltat sub influenţa pozitivismului un punct de vedere fenomenologic. *Hertz* a fost

primul care a renunţat la încercările de a interpreta pe cale mecanică intuitivă (eter elastic) ecuaţiile lui Maxwell exprimînd acest lucru prin cuvintele „Esenţialul din teoria lui Maxwell este sistemul de ecuaţii al lui Maxwell".

Definiţia fenomenologică a cîmpului ca reprezentare sau *metodă matematică comodă de descriere* a fenomenelor electromagnetice se găseşte bunăoară la Einstein, Infeld. O astfel de definiţie nu scoate la iveală specificul obiectului descris. Dacă cîmpului ca reprezentare nu-i corespunde nimic obiectiv, dacă este numai o construcţie mintală arbitrară aceasta înseamnă că avem de a face cu un *idealism pur*.

10. La fel de inconsistentă s-a dovedit definiţia cîmpului ca *„energie radiantă"*, bazată pe concepţia că lumina, manifestare a cîmpului electromagnetic, este numai energie, mişcare (oscilaţie a eterului) şi nu o formă deosebită a materiei. O astfel de concepţie a fost introdusă în fizică în secolul trecut sub influenţa *energetismului* care s-a dovedit o variantă a idealismului. Conform acestei concepţii se opunea substanţa luminii respectiv cîmpului electromagnetic în mod metafizic. Prima fiind confundată cu materia iar ultima fiind „mişcare fără materie" !

11. Teoria electrodinamică a lui Maxwell s-a dovedit din punct de vedere istoric *limitată*, deoarece s-a lovit de dificultăţi şi contradicţii interne. Sarcinile electrice constituie sursa cîmpului electromagnetic care nu se poate manifesta decît atunci cînd sînt prezente sarcini electrice. Cu toate acestea cîmpul electromagnetic fiind considerat noţiune primară în teoria lui Maxwell sarcina nu există ca individualitate de sine stătătoare.

Studiul faptelor experimentale legate de electroliză şi ionizarea gazelor a condus la concepţia atomistă asupra structurii sarcinilor electrice. Dovezile certe asupra existenţei unităţii (atomului) de electricitate a dus la descoperirea primei particule elementare : electronul. (Structura granulară).

Teoria electronică a lui Lorentz s-a născut prin *negarea* teoriei electrodinamice maxwelliene deoarece introduce noţiunea de atom de electricitate, electronul, ca ipoteză fundamentală dar în acelaşi timp păstrează din teoria electromagnetică ideea unui mediu electromagnetic, cîmpul (eterul) a cărui rol rămîne transmiterea acţiunilor electromagnetice.

Prin teoria lui Lorentz se revine oarecum la ideile atomiste ale electrostaticii coulombiene dar pe un plan superior încercînd o sinteză între proprietăţile discrete ale substanţei (atom, electron) pe de o parte şi proprietăţile continue (de cîmp) ale fenomenelor electromagnetice.

Depăşirea contradicţiei se face însă pe baza unui compromis, legile cîmpului fiind exprimate prin ecuaţiile maxwelliene iar legile mişcării electronului prin ecuaţiile newtoniene. Forţa ce acţionează asupra electronului se postulează, de asemenea se postulează existenţa unui *cîmp propriu* a electronului (cîmpul microscopic).

Valoarea ştiinţifică a ipotezelor lui Lorentz a fost confirmată experimental în mod strălucit (experienţele lui Zeeman, Kaufmann). Teoria lui Lorentz a pus bazele explicării proprietăţilor electrice (polarizare dielectrică), magnetice (dia-paramagnetice, feromagnetice, stare metalică) şi optice (difuzia, dispersia) ale substanţei.

Teoria electronică încheie un anumit *ciclu* în desăvîrşirea construirii edificiului fizicii clasice. *Succesiunea* acestei teorii faţă de teoriile anterioare este evidentă după cum se observă concretizarea, *umplerea cu conţinut* a ideilor exprimate în teoriile anterioare sub *formă abstractă.*

12. Teoria electronică a lui Lorentz s-a dovedit prin dezvoltarea sa consecventă *limitată* şi plină de *contradicţii interne.*

Astfel cîmpul propriu al electronului produce o *autoacţiune* asupra electronului care este în contradicţie cu concepţia newtoniană. În curînd s-a constatat că mişcarea electronului nu poate fi determinată decît în cazul electronului *punctiform* dar în acest caz energia electronului devine infinită. Introducerea unei *raze* minime a pus *problema structurii* electronului pentru a da o semnificaţie acestei raze. Autolimitarea teoriei lui Lorentz constă în faptul că nu poate fi corectată la distanţe mici apropiate de această rază minimă.

De asemenea, electronul s-a dovedit că are proprietăţi contradictorii din punct de vedere a noţiunilor obişnuite a mecanicii newtoniene.

Astfel electronul pe lîngă masa inerţială trebuia să aibă şi o masă electromagnetică sau „masă de cîmp“ şi masa electronului, trebuia să *varieze cu viteza.* Confirmarea experimentală a *variaţiei masei* cu viteza părea să fie un indiciu că întreaga masă a *electronului este de origină electromagnetică* (ipoteza J. J. Thompson).

Astfel a apărut ideea naturii electromagnetice a electronilor şi încercarea de a se construi o *imagine electromagnetică unitară a universului.* Ea s-a soldat cu eşec ca şi încercarea mecanicismului newtonian. Unul din motivele esenţiale a fost concluzia la care s-a ajuns că trebuie să admitem existenţa a *numeroase alte cîmpuri* (mezonic, neutronic) care nu se reduc la cîmpul electromagnetic.

Ipoteza naturii electromagnetice a masei electronului s-a dovedit a fi extrem de ingenioasă dar în urma apariţiei teoriei relativităţii ea este susceptibilă la discuţii şi nu mai poate fi susţinută în mod exclusiv.

13. Teoria electronului a arătat nevalabilitatea legilor mecanicii, electronul dovedindu-se ca avînd posibilităţi noi ce contrazic noţiunile obişnuite ale mecanicii (de ex. masă variabilă etc.). Ipoteza naturii electromagnetice (de cîmp) a masei a fost interpretată ca o criză a concepţiei materialiste, sub influenţa pozitivismului se afirma că aceasta ar conduce la „dispariţia“ materiei (subînţelegînd identificarea masei cu materia însăşi).

Esenţa acestor contradicţii a fost dezvăluită în mod genial de pe poziţiile materialismului dialectic de V. I. Lenin făcînd constatarea că e vorba de substituirea unor însuşiri mecanice atribuite în mod absolut (metafizic) prin altele relative mai adecvate faptelor experimentale. Teza leninistă a inepuizabilităţii naturii (electronului, atomului etc.) este un exemplu de previziune metodologică şi serveşte ca un ghid de valoare inestimabilă în interpretarea rezultatelor teoretice ale fizicii îndemnînd spre studierea profundă şi multilaterală a faptelor noi.

14. Contradicţiile teoriei lui Lorentz s-au rezolvat conducînd la edificiul nou şi mai vast al mecanicii cuantice respectiv teoria cuantică a cîmpului şi a teoriei relativităţii.

Adevărata teorie nu apare pe calea însumării a două teorii opuse, incomplete ci pe calea negării ambelor teorii păstrîndu-se tot ce este mai valoros în ele şi prin crearea unei teorii sintetice principial noi care revizuieşte în mod critic întregul material acumulat anterior extrăgînd pe linia generalizării teoretice concluzii care să poată servi drept reflectare mai adecvată a realităţii.

Încercările de a pune de acord faptele experimentale ale electrodinamicii (opticii) corpurilor în mişcare cu *concepţiile mecaniciste* despre spaţiu, timp şi eter *au dat faliment* şi o teorie necontradictorie a putut fi elaborată numai cu preţul renunţării la aceste concepţii (teoria relativităţii speciale).

Postulînd valabilitatea universală a principiului relativităţii şi introducînd ipoteza că viteza luminii este constantă, nu depinde de mişcarea sursei, Einstein trage concluzia că în natură nu există o viteză faţă de eter pentru că *nu există eter*. Dacă viteza luminii este substanţial aceeaşi faţă de diferite sisteme inerţiale rezultă că trebuie *revizuite* (negate) *bazele mecanicii newtoniene*, etaloanele spaţiale şi temporale fiind relative.

Teoria relativităţii conduce la o nouă imagine fizică despre lume. O nouă cinematică şi dinamică este construită mai adecuat pentru mişcările cu viteze apropiate de viteza luminii în vid care cuprinde legile mecanicii clasice ca o primă aproximaţie. O consecinţă importantă este *variabilitatea masei cu viteza* şi legea interdependenţei dintre masă şi energia unui corp precum şi noţiunea de *masă proprie*.

Drept consecinţă importantă cîmpul electromagnetic poate avea o masă după cum are şi energie. Interdependenţa dintre cîmpul electric şi cel magnetic este pusă de teoria relativităţii în adevărata ei lumină.

15. Teoria cuantelor îşi are obîrşia de asemenea în teoria lui Lorentz.

Conform acestei teorii electronul accelerat pierde energie, sub forma cîmpului electromagnetic care se desprinde (este emis) de electron.

Problema schimbului de energie dintre atomii substanţei şi cîmpul electromagnetic iradiat sau absorbit a condus la *ipoteza cuantică* a lui Planck care a permis explicarea repartiţiei energiei în spectrul radiaţiei termice.

Dacă Planck consideră că efectele discontinue (cuantice) apar numai în procesul interacţiunii dintre substanţă şi radiaţie, iar radiaţia liberă o concepea sub formă de unde electromagnetice în conformitate cu teoria lui Maxwell pasul următor a fost făcut de Einstein. Pentru a explica efectul fotoelectric Einstein enunţă *ipoteza naturii discontinue a luminii.* Un flux luminos constă *din fotoni* (cuante discrete de energie). Se introduce astfel în speculaţiile fizicienilor o nouă particulă materială cu însuşiri cu totul particulare : masă de repaos nulă, avînd deci numai masă datorită mişcării şi neutru din punct de vedere electric neavînd sarcină electrică. *Teoria fotonică* a lui Einstein s-a dovedit de la început a fi în *contradicţie* (negare) *cu teoria electromagnetică* care implică natura continuă a luminii bine confirmată de fenomenele de interferenţă a undelor luminoase. *Negarea* şi mai radicală a teoriei electromagnetice şi a mecanicii clasice s-a manifestat prin *modelul atomic al lui Bohr* care a concretizat convingerea generală a fizicienilor că electrodinamica clasică nu este suficientă pentru a descrie sistemele atomice *(stabilitatea atomului).* Inaplicabilitatea electrodinamicii clasice la mişcarea electronului pe orbită în contradicţie cu utilizarea aceleiaşi electrodinamici la rezolvarea problemelor concrete de emisiune, îmbinarea mecanicii clasice cu postulatele cuantice era o altă contradicţie. Teoria lui Bohr era plină de contradicţii interne şi aceasta a ajutat-o să explice şi să prevadă o mulţime de fapte experimentale. Insuccesul extinderii sale asupra atomului de heliu a demonstrat caracterul limitat al teoriei.

Aspectul contradictor — ondulator şi corpuscular — al luminii descoperit de Einstein s-a dovedit esenţial, dialectic atît pentru lumină cît şi pentru particule elementare. Într-adevăr De Broglie a arătat calea pentru a ieşi din dificultăţile întîmpinate pentru a explica stabilitatea atomului prin ipoteza dualităţii de aspect al electronilor. Confirmarea experimentală prin descoperirea fenomenului de difracţie a electronilor a dus la dezvoltarea mecanicii cuantice, care s-a dovedit o teorie de importanţă esenţială pentru fenomenele atomice.

Mecanica cuantică este rezultatul unei vaste sinteze. Într-adevăr de Broglie în deducţiile sale asupra orbitelor atomului lui Bohr a utilizat relaţiile teoriei relativităţii iar în geneza ideilor sale a jucat un rol hotărîtor *sinteza dintre concepţiile optice şi mecanice* pornind de la analogia semnalată de Hamilton dintre principiul lui Fermat din optica geometrică şi principiul lui Maupertuis-Euler din mecanica clasică. Mecanica ondulatorie cuprinde în sine mecanica clasică ca o aproximaţie corespunzătoare cazului cînd constanta lui Planck poate fi neglijată.

Marea contribuţie a mecanicii cuantice la fizica teoretică constă în constatarea că mişcarea la nivelul macroscopic nu poate fi înţeleasă decît presupunînd o mişcare latentă la un nivel profund, şi în faptul că trebuie să facem legătura dintre legile dinamice la un nivel şi legile statistice la un alt nivel, dezvăluind conexiunea dialectică dintre legile dinamice şi cele statistice.

16. Natura duală contradictorie a luminii a impus cuantizarea cîmpului electromagnetic (Dirac 1927). În urmă metodele mecanicii cuantice au fost extinse la electrodinamica propriu-zisă punîndu-se bazele electrodimanicii cuantice. Este interesant de menţionat că la baza cuantizării cîmpului electromagnetic stă analogia mecanicistă care consideră cîmpul un mediu continuu deci un sistem mecanic cu o infinitate de grade de libertate adică sistem ce poate fi descompus într-o infinitate de vibraţii fiecare echivalent cu un oscilator linear. Cuantizarea se obţine prin aplicarea procedeului mecanicii cuantice la fiecare oscilator.

Teoria cuantică a cîmpului reflectă *unitatea* dintre laturile corpusculare şi ondulatorii ale obiectelor fizice. Noţiunile de particulă şi cîmp se contopesc într-o noţiune unică de *cîmp cuantificat.*

Aplicat în cazul cîmpului electromagnetic în care se realizează unitatea între noţiunile contradictorii de foton (particulă de lumină) şi undă electromagnetică (undă luminoasă) ea s-a extins şi la alte cîmpuri.

Deoarece fiecare oscilator linear cuantizat are o energie de zero corespunzător stării celei mai joase a energiei, cîmpul cuantizat trebuia să aibă în starea de energie cea mai joasă, neexcitată, aşa numitul *cîmp vid, o energie de zero infinit de mare* care părea să constituie o dificultate a teoriei cuantice a cîmpului. Pentru evitarea acestei valori infinite energia de zero s-a considerat „inobservabilă" deci ceva neraţional. Cîmpul vid era considerat lipsit de particule, deci din punct de vedere al fizicii cuantce nobservabil. Stările excitate ale cîmpului se manifestă prin apariţia aspectului corpuscular corespunzător energiei cuantizate a stărilor excitate. Fiecărei stări excitate a cîmpului electromagnetic îi corespunde apariţia unui număr de fotoni care caracterizează această stare de energie a cîmpului.

Legile cuantice implică valori discrete pentru energie, impuls şi moment cinetic care caracterizează fotonul, deci aspectul de particulă a cîmpului. Cuanta de cîmp electromagnetic, fotonul, este caracterizat prin masă, energie, impuls, moment cinetic bine determinat.

Schimbul de energie între substanţă şi radiaţie se reprezintă prin procesul de anihilare sau producere de fotoni datorită interacţiei ce există între cîmpul electromagnetic şi electronii din atomii cuplaţi prin sarcina electrică a electronului.

Forţa coulombiană dintre doi electroni a devenit interacţie prin intermediul cîmpului cuantic cuplat de electroni reprezentată prin schimb de fotoni virtuali între electroni, ceea ce implică un schimb de energie şi impuls.

17. Descoperirea momentului magnetic propriu al electronului şi a spinului sau momentului cinetic propriu a necesitat completarea mecanicii cuantice pentru a ţine seama de acest fapt.

Teoria corectă a electronului cu spin a fost obţinută de Dirac prin generalizarea mecanicii cuantice ce constă în *sinteza* mecanicii cuantice cu teoria relativităţii speciale. Noua teorie implica existenţa „stărilor de energie negativă" pentru electroni, deci posibilitatea de a exista o densitate infinită de sarcini electrice negative. Pentru a evita această dificultate a teoriei Dirac a imaginat „teoria lacunelor" care a condus la previziunea electronului cu sarcină pozitivă (pozitronul) capabil să se anihileze cu un electron transformîndu-se în doi fotoni conform legii lui Einstein.

Confirmarea experimentală a acestei previziuni a dezvăluit contradicția dintre particulă și antiparticulă precum și transformabilitatea particulelor în alte particule ceea ce s-a dovedit ulterior caracteristică generală a particulelor elementare.

Descoperirea jerbelor generate de razele cosmice și formării în cascadă a perechilor de electroni și pozitroni a pus probleme noi teoretice care depășeau posibilitățile limitate ale mecanicii cuantice care nu permite considerarea decît a sistemelor cu *număr constant* de electroni.

Ele au fost rezolvate cu succes de electrodinamica cuantică întregită pe lîngă cîmpul electromagnetic cu cîmpul cuantic-electrono-pozitronic obținut prin aplicarea procedeului de cuantizarea cîmpului Dirac definit de mecanica cuantică relativă (așa-numita a doua cuantizare).

Electronul și pozitronul sînt cuante ale cîmpului cuantic ca și fotonul ale cîmpului electromagnetic cuantic. Proprietățile identice în afară de sarcina electrică, ale celor două particule, electronul și pozitronul, au condus la formularea *principiului simetriei de sarcină,* care stabilește simetria legilor naturii față de cele două semne ale sarcinii electrice. În lumina acestui principiu, verificat experimental prin previziunea antiparticulelor (antiprotonul descoperit recent etc.), teoria lacunelor a lui Dirac cu noțiunea artificială de „stare de energie negativă“ apare ca o formă irațională, depășită dialectic prin negația negației.

Cîmpul cuantic vid, adică în stare de energie zero (neexcitat), apare ca *un rezervor* sui generis de *particule în stare virtuală.* Astfel în cîmpul electro-pozitronic vid electronii și pozitronii sînt deopotrivă de stabili spre deosebire de pozitronii din stările excitate ale căror „viață medie“ este foarte scurtă deoarece dispar prin anihilare cu un electron transformîndu-se în fotoni.

Electrodinamica cuantică înseamnă o revenire (reîntoarcere) la teoria clasică a lui Lorentz dar pe un plan superior depășind limitarea mecanicii cuantice prin faptul că ea a condus la o teorie relativistă a unui sistem de particule cu număr variabil. Descrierea unui sistem de electroni în interacție se obține considerînd cuplajul între cîmpul electromagnetic cuantic și cîmpul cuantic electrono-pozitronic. Electrodinamica cuantică cuprinde posibilitatea descrierii fenomenelor de transformare a perechilor de electroni-pozitroni în fotoni. Electrodinamica cuantică și-a dovedit eficacitatea prin explicarea fenomenelor produse de electronii de mare energie ; a formării jerbelor în cascade de raze cosmice etc. În deosebi o performanţă a teoriei a fost explicarea fenomenului descoperit de Lamb cu privire la structura fină a spectrului de hidrogen şi anomaliei momentului magnetic al electronului prin efectul fluctuaţiei fotonilor aflaţi în stare de zero respectiv a perechilor de electroni-pozitroni din starea de zero ce produce „polarizarea vidului". Existenţa oscilaţiilor de zero ale cîmpurilor cuantice conduce la concluzia că electronul trebuie să fie înconjurat de o pătură de perechi de electroni-pozitroni virtuali precum şi de un nor de fotoni virtuali, ceea ce provoacă modificarea masei de cîmp şi a sarcinii electronului.

Ipoteza oscilaţiilor de zero sau fluctuaţiile cuantice ale fondului (rezervorului de particule virtuale ale cîmpului cuantic în stare de vid) a condus la previziunea şi explicarea a numeroase fenomene tipic cuantice. Această ipoteză deschide perspectiva spre nivelul subcuantic al materiei şi duce în acest fel la un nou fel de a privi particularităţile mişcării electronului caracterizate prin relaţiile de incertitudine ale lui Heisenberg. Caracterul statistic, analog mişcării browniene, al mişcării electronului în domeniul microscopic se poate explica ca un rezultat al interacţiunii sale cu fluctuaţiile fondului de fotoni virtuali ale cîmpului cuantic. În felul acesta se deschide perspectiva construirii unei teorii cauzale depăşind criza provocată de interpretarea ortodoxă a mecanicii cuantice care sub influenţa pozitivismului impunînd concepţia metafizică a complementarităţii aspectelor de undă şi particulă conduce la negarea cauzalităţii în domeniul cuantic.

18. Analizînd felul în care s-a modificat reprezentarea despre cîmp în urma acestor progrese făcute în explicarea teoretică a fenomenelor fizice va trebui să ne oprim întîi asupra descoperirii transformabilităţii perechii de electroni-pozitroni în fotoni şi invers. Sub influenţa pozitivismului şi a interpretării energetice a relaţiei lui Einstein cu privire la conexiunea dintre masă şi energie s-a încetăţenit expresia de „anihilare" şi „creare" (generare) de perechi de electroni-pozitroni. Considerînd cîmpul electromagnetic fără suport material (în urma renunţării la ipoteza eterului), deci energia radiantă concepută ca „energie pură", transformarea perechii de electron-pozitron în doi fotoni era considerată ca o „anihilare" a masei lor fiind transformată în energie radiantă.

Identificarea cîmpului cu energia radiantă bara drumul spre înţelegerea corectă a fenomenului ducînd la concluzia incorectă că materia „se transformă" în mişcare care ar exista fără materie.

Analiza acestei situaţii de pe poziţiile materialismului dialectic a fost făcută acum 30 ani de S. I. Vavilov. El are meritul de a fi elaborat *reprezentarea materialist-dialectică a cîmpului ca formă a materiei* avînd un specific propriu. În lumina acestei definiţii fenomenul sus-citat a apărut ca un proces de transformare a unor particule materiale de un tip (electron şi pozitron) în particule materiale de un alt tip calitativ diferit (fotoni).

Asupra definiţiei propuse de S. I. Vavilov trebuie să ne oprim menţionînd că ea preciza „cîmpul ca formă a materiei *deosebită* de substanţă". În lumina dezvoltării electrodinamicii cuantice şi pe urmă a teoriei cuantice a cîmpurilor trebuie să revizuim *separaţia absolutizată* dintre substanţă şi cîmp. Bariera rigidă dintre substanţă şi cîmp este azi mult depăşită.

Substanţa (particule elementare, atomi etc.) şi cîmpul cuantic (electromagnetic, electrono-pozitiv etc.) au o *serie de trăsături comune :*

a) Ambele posedă *masă, energie, impuls,* însuşiri corpusculare şi ondulatorii etc. ;

b) În microprocese particulele de substanţă par alcătuite din cîmpuri, iar hotarul dintre substanţă şi cîmp dispare. Microparticula nu este numai o particulă elementară de substanţă, ci şi o cuantă a unui anumit cîmp. Se constată o anumită *întrepătrundere* care se accentuează în lumina ultimelor descoperiri.

Numai în cazul concret al analizei proceselor macroscopice putem afirma categoric că substanţa şi cîmpul electromagnetic sînt două forme diferite ale materiei. Pe măsură ce pătrundem mai adînc în domeniul microscopic fenomenele de transformare a particulelor unele în altele şi întrepătrunderea, legătura inseparabilă dintre particule şi cîmp, manifestă existenţa unei întrepătrunderi a cîmpului şi substanţei. Astfel că pare lipsită de sens afirmaţia că substanţa şi cîmpul sînt două forme speciale diferite ale materiei sau două stări diferite ale materiei. Diferitele stări ale materiei înseamnă forme diferite de mişcare a materiei.

c) Vidul care reprezintă starea cea mai joasă, *aşa*-numita stare de zero, a cîmpului prezintă o anumită analogie cu starea corpului solid la temperatura de zero absolut. Conform teoriei cuantice corpul solid are la această temperatură o energie de zero, deoarece mişcarea nu încetează (contrar teoriei clasice). În mod asemănător cîmpul în stare de zero prezintă oscilaţii sau fluctuaţii ale particulelor virtuale.

Descoperirea oscilaţiilor de zero ale cîmpului în vid, fenomenul de polarizare a vidului au făcut să se clatine şi mai mult bariera „rigidă" dintre substanţă şi cîmp.

În concluzie, cîmpul poate fi considerat mai *corect ca o formă a materiei* relativ delimitată de substanţă (cazul fenomenelor macroscopice) care posedă o *mişcare internă specifică* de înaltă potenţialitate (forma subcuantică) datorită căreia este capabil să realizeze *interacţia fizică* dintre particulele materiale.

În raport cu cîmpul, substanţa trebuie considerată o formă superioară şi mai complicată a dezvoltării materiei posedînd o mişcare internă mai redusă, apărînd mişcări calitativ noi pe care cîmpul nu le posedă. În formele superioare ale mişcării formele mai simple trec pe planul al doilea manifestîndu-se legile formelor de mişcare mai înalte.

19. În fizica modernă au fost introduse diferite cîmpuri noi, numărul lor este în creştere. Aceste cîmpuri sînt de tip nou calitativ diferite de cîmpul electromagnetic. De asemenea se descoperă tot mai multe legături între ele. Clasificarea cîmpurilor se bazează pe *tipul interacţiunii* prin care se manifestă.

În prezent se cunosc *patru tipuri* diferite de interacţiune care se deosebesc între ele nu numai cantitativ, după constanta de cuplaj respectiv sarcină, ci şi calitativ.

Faţă de interacţia electromagnetică, ce are loc prin schimb de fotoni, există două interacţiuni denumite : tari (puternice) şi slabe. În plus mai există interacţiunile gravitaţionale.

a) *Interacţiunile tari* (Yukawa) sînt de 100 ori mai puternice decît cele electromagnetice ; ele se manifestă în interiorul nucleului explicînd coeziunea deosebită a nucleonilor (protoni şi neutroni) ce formează conglomeratul nucleic. Pentru explicarea forţelor nucleare s-a postulat *cîmpul mezonic* avînd drept cuante mezonii pi (pioni) încărcaţi sau neutrii avînd masa de circa 300 ori mai mare decît masa electronului. Aceasta este deosebirea cantitativă esenţială faţă de cîmpul electromagnetic a cărei cuantă fotonul are masă de repaos nulă şi e fără încărcare electrică.

Dar cîmpul mezonic se deosebeşte calitativ de cîmpul electromagnetic după cum edificiul atomic se deosebeşte de cel nuclear. Astfel cîmpul nuclear întrece multe feluri de substanţe în privinţa densităţii masei şi energiei. Forţele nucleare sînt independente de sarcina electrică şi acţionează puternic la mică distanţă. Astfel din punct de vedere al interacţiunilor nucleare sarcina electrică nu joacă nici un rol, deci protonul şi neutronul pot fi considerate stări diferite ale unei particule numite nucleon, iar cei trei pioni se consideră la fel stări diferite caracterizate prin spinul izotopic. Pe lîngă legile de conservare valabile în cazul interacţiilor electromagnetice (energie, impuls, moment cinetic) se mai conservă şi spinul izotopic (izospin) care poate fi interpretat ca moment cinetic într-un spaţiu abstract (spaţiul izobaric). Aceste legi de conservare sînt legate de proprietatea simetrie de translaţie (izotropie) şi de rotaţie a spaţiului şi timpului respectiv simetria de rotaţie a izospaţiului, ultima simetrie neexistînd în cazul interacţiilor electromagnetice.

Teoria cuantică a cîmpului mezonic a prevăzut posibilitatea anihilării perechii de nucleon şi antinucleon în doi mezoni pi fapt verificat experimental prin descoperirea antiprotonului şi antineutronului. Teoria explică generarea mezonilor la ciocnirea de mare energie a nucleurilor prin ipoteza mezonilor virtuali ce înconjură nucleonii în stare legată în nucleu.

b) *Interacţiile slabe* (Fermi) sînt de 10^{-14} ori mai slabe decît cele electromagnetice, ele intervin în fenomenele de dezintegrare spontană a particulelor instabile (neutron, mezoni etc.). Neutronul se dezintegrează emiţînd un electron şi un neutrino transformîndu-se în proton. Pionul se dezintegrează în muon şi neutrino care la rîndul său se dezintegrează spontan în electron şi 2 neutrino. Interacţia are loc între perechea neutron-proton şi perechea electron-neutrino. Deci intervine cîmpul electrono-pozitronic şi cîmpul neutronic. Cît priveşte muonul se poate spune că este cea mai „misterioasă“ particulă elementară. De asemenea, mezonii K sau kaonii se dezintegrează în 2 pioni sau 3 pioni, astfel că după diferite etape obţinem electroni şi neutrino. Particularitatea interacţiei slabe este faptul că nu respectă simetria dreapta-stînga adică faţă de reflexia spaţială, nici simetria particulă-antiparticulă. Dar interacţiile slabe se disting printr-o accentuată lipsă de simetrie faţă de celelalte două interacţii şi aceasta constă în particularitatea cîmpului neutrinic, neutrino-ul avînd masa de repaos nulă fapt incompatibil cu simetria spaţială faţă de oglindire. Se introduce o nouă proprietate numită *spiralitatea particulelor.*

c) Cît priveşte interacţiunile gravitaţionale ele se transmit prin cîmpul gravitaţional fiind de 10^{-41} ori mai slabe decît interacţiile electromagnetice astfel că sînt considerate neglijabile în cazul fenomenelor microscopice. Forţa acestui cîmp este nemijlocit legată de o însuşire comună a tuturor corpurilor de masă. Macroscopic cîmpul gravitaţional, conform teoriei gravitaţionale a lui Einstein, este un cîmp nelinear. Bazat pe teoria relativităţii generale mişcarea maselor gravifice modifică curbura spaţiului-timp care la rîndul său exercită o acţiune asupra mişcării maselor. Deci acest cîmp nelinear descrie obiecte capabile de *automişcare* şi *autoacţiune*. În esenţă teoria lui Einştein defineşte cîmpul gravitaţional prin geometria spaţiului-timp. Teoria cuantică a cîmpurilor gravitaţionale slabe elaborată de Ivannko şi Sokolov a introdus gravitonul cu masă de repaos nulă drept cuantă a cîmpului arătînd posibilitatea transformării gravitonului într-o pereche de electron-pozitron. Această ipoteză nu are încă nici o confirmare experimentală.

Actualmente nu există nici o posibilitate de a explica existenţa acestor interacţii atît de diferite, nici valoarea constantelor de cuplaj. Necesitatea considerării unui număr din ce în ce mai mare de cîmpuri diferite pentru a descrie feluritele categorii de particule elementare cunoscute este un indiciu că va trebui să se găsească noi proprietăţi fundamentale care să poată conduce la criterii de simplificare după expresia cunoscutului fizician A. Salam : „Toate particulele sînt elementare, dar unele particule sînt mai elementare decît altele“.

Problema *structurii particulelor* elementare este la ordinea zilei fiind un indiciu al *limitării* teoriei actuale a cîmpurilor, dezvoltate pe baza electrodinamicii cuantice luate drept model.

20. Necesitatea de a construi o teorie care să dezvăluie profunda înrudire genetică a celor circa 30 particule elementare cunoscute, unitatea fundamentală a naturii lor interne a condus la prima încercare semiempirică de clasificare dată de Gell-Mann şi de Nishijîma (1956). Schema dată care se bazează pe noţiunea de izospin a condus la stabilirea unor regularităţi care a permis prevederea unor noi particule unele descoperite ulterior. Ea joacă rolul sistemului periodic al lui Mendeleev pentru clasificarea atomilor. Particulele sînt aranjate după masa lor, cele de mase egale (neglijînd mici diferenţe) avînd proprietăţi asemănătoare au fost grupate în multiplicităţi izobarice. Astfel particulele au fost împărţite în trei mari grupe ţinînd seama şi de interacţiuni : *leptonii* (particule uşoare) cuprinzînd fotonul, electronul, muonul şi neutrini ; *mezonii* (pionii şi kaonii) şi *barionii* (proton, neutron, hiperonii) toate particulele avînd antiparticule corespunzătoare în afară de foton şi pionul neutru.

Transformările reciproce directe sau transformările în general ale particulelor sînt supuse unor legi de conservare clasice (masă, energie, impuls, moment cinetic) şi altora noi care sînt legate de proprietăţi de simetrie.

O primă problemă care se pune este explicarea diferenţei de masă prezentate de particule, adică calcularea „spectrului de masă“ a particulelor elementare şi să explicăm schema semiempirică a lui Gell-Mann. Se pune problema dacă nu pot să existe şi alte particule. Se pare că aceasta este legată de cunoaşterea mai profundă a naturii interacţiilor.

O serie de proprietăţi ale particulelor conduce la ipoteza unei structuri interne în contradicţie cu teoria cuantică a cîmpurilor lineare care presupune particulele punctiforme. Astfel electrodinamica cuantică nu este corectă la distanţa de ordinul razei minime a electronului (10^{-13} cm) căci intervin procese legate de structura electronului.

Se poate spune că a început cercetarea în profunzime a particulelor elementare prin studiul ciocnirilor la energii foarte mari devenite posibile mai ales prin construcţia unor acceleratoare puternice. Se pare că la distanţe din ce în ce mai mici (de ordinul 10^{-14}—10^{-16} cm) interacţiile numite slabe pot avea un rol preponderent etc.

21. Ultima etapă a dezvoltării teoriilor de cîmp, care abia începe a constitui aşa-numita *teorie unitară* a particulelor elementare, consideră particulele ca diverse stări excitate ale unui substrat material unic: *cîmpul material universal nelinear.*

Programul îndrăzneţ ce îşi propune această teorie este calculul teoretic al spectrului de mase al particulelor, al tipurilor de interacţiuni şi de transformări reciproce.

Se cunosc deocamdată două variante ale teoriei unitare. Teoria lui Heisenberg care pune la baza descrierii unitare a tuturor particulelor elementare un cîmp spinorial nelinear universal, un fel de „protomaterie“, capabilă să acţioneze asupra ei însăşi, purtînd un moment cinetic intern specific (caracter spinorial). Acest cîmp prezintă un întreg şir de stări stabile şi instabile, de fiecare stare fiind legată un anumit fel de particulă ca fiind cuanta de cîmp. Masa particulei respective rezultă ca un efect energic de autointeracţie a cîmpului fundamental aflat în starea corespunzătoare. Din cauza nelinearităţii cîmpului suprapunerea a două stări reprezintă interacţia dintre particulele corespunzătoare. Cu toate dificultăţile matematice serioase întîmpinate s-a putut arăta că teoria permite calculul aproximativ al spectrului de mase a particulelor în general, explicarea clasificării şi obţinerea interacţiei electromagnetice fără nici o altă ipoteză prealabilă. Faţă de programul vast al teoriei aceste realizări sînt modeste dar promiţătoare.

O altă variantă a teoriei unitare este cea dezvoltată de De Broglie-Bohm-Vigier care consideră particulele drept stări diferite (stabile sau instabile) ale unei *picături* dintr-un „fluid protomaterial“ (aşa-numitul model titirez). Ea pune în mod concret problema structurii interne a particulelor construind un model spaţial extins cu o concentrare foarte mare a materiei într-o regiune microscopică care prin ipoteză posedă noi forme ale mișcării. Introducînd noi parametri (interni) studiul sistematic al stărilor „picăturii" relativiste a condus la regăsirea schemei semiempirice a lui Gell-Mann și la o interpretare a izospinului și altor proprietăți atribuite empiric particulelor elementare. În această variantă a teoriei unitare masa particulei este legată de structura internă a cîmpului nelinear cuantic din regiunea singulară a spațiului.

Este prematur să intrăm în detalii asupra relațiilor posibile între cele două variante și direcția în care se va dezvolta în viitor teoria unitară programată.

Vom observa doar faptul important că ambele variante consideră teoria cuantică a cîmpului (în particular electrodinamica cuantică) ca un *caz limită* valabil pentru energii mici.

Ipoteza călăuzitoare a lui Bohm-Vigier este constatarea că mișcarea la un nivel poate fi considerată ca un efect la un nivel mai profund, teoria nouă referindu-se la mișcările din domeniul „subcuantic" mai profund al materiei.

Cît privește noțiunea de cîmp în lumina acestor cercetări apare mai elementar decît substanța, mai bogat sub aspectul transformărilor fizice. Cîmpul fizic unic, formă a materiei considerată un fel de „protomaterie" constituie baza care generează atît particulele ce compun substanța cît și cîmpurile macroscopice. Își face drum recunoașterea profundei *unități materiale a lumii*, a unității naturii materiale a tuturor particulelor elementare, obiectele fizice fundamentale cunoscute azi — desigur pentru a evita orice confuzie și pentru a combate interpretările metafizice care se manifestă trebuie să subliniem că nu poate fi vorba de nici un fel de esență „ultimă" a edificiului Universului. Dimpotrivă teza leninistă a inepuizabilității particulelor materiale se confirmă cu o deosebită vigoare în faptele și rezultatele obținute de fizica marilor energii.

În concepția actuală a cîmpului se observă o revenire la cîmpul nelinear a lui Einstein introdus în teoria gravitației desigur în condiții istorice diferite și pe un plan superior. Caracteristica esențială a cîmpului nelinear este *automișcarea*. Cauza mișcării nu mai este căutată în forțe exterioare sau în circumstanțe întîmplătoare ci se consideră imanentă, inerentă cîmpului ca formă a materiei. Materia și mișcarea sînt legate între ele în mod inseparabil caracterizînd cîmpul universal „protomateria". Oricărei particule materiale îi este întotdeauna proprie o mişcare internă, specificul diverselor grupe de particule este datorită deosebirii dintre formele de mişcare internă a materiei.

★

În concluzie se desprinde o mişcare a gîndirii şi pătrundere a cunoaşterii înspre esenţă prin succesiunea teoriilor şi întoarcerea spre fenomene ca punct de plecare al unor noi ipoteze spre o nouă teorie mai cuprinzătoare, mai profundă dar istoric limitată.

Astfel rezumăm lanţul întrerupt de puncte nodale : desprinderea de concepţiile mecaniciste prin formarea electrodinamicii lui Faraday-Maxwell care duce la negarea principiilor newtoniene şi triumful fizicii eterului prin sinteza electricităţii magnetismului şi a fenomenelor luminoase. Ciclul se încheie prin teoria electronică a lui Lorentz însemnînd desăvîrşirea edificiului fizicii clasice prin încercarea unei sinteze între proprietăţile discrete, atomice ale substanţei şi proprietăţile continue ale fenomenelor electromagnetice caracterizate prin eter.

Contradicţiile interne ale teoriei electronice s-au rezolvat prin fundarea teoriei relativităţii în urma negării eterului şi mecanicii clasice şi a teoriei cuantice în urma negării electrodinamicii clasice. Aceste două teori conduc la o nouă imagine fizică despre lume dezvăluind, pe de o parte, legătura dintre spaţiu, timp şi mişcarea materiei şi, pe de altă parte, aspectul contradictoriu al luminii şi particulelor substanţei.

Dezvoltarea teoriei cuantice pe baza principiului corespondenţei a dus la o vastă sinteză a mecanicii cuantice rezultate din sinteza dintre concepţiile optice şi cele mecanice. Mecanica cuantică ca teorie a mişcării microparticulelor a dus la constatarea că putem înţelege mişcarea la nivelul macroscopic presupunînd o mişcare latentă la un nivel mai profund dezvăluind conexiunea dialectică dintre legile dinamice şi legile statistice.

Aplicarea metodelor mecanicii cuantice la cîmpul electromagnetic şi dubla cuantizare a mecanicii cuantice relativiste a condus la electrodinamica cuantică. Această teorie reprezintă o reîntoarcere pe un plan superior la teoria electronilor lui Lorentz prin depăşirea limitării mecanicii cuantice. Ea reflectă unitatea dintre laturile contradictorii (ondulator-corpuscular) ale obiectelor fizice. Noua sinteză prin formularea principiului simetriei sarcinii conduce la teoria transformării perechii electron-pozitron în fotoni şi la fluctuaţia fondului de particule în stare virtuală.

Dezvoltarea teoriei cuantice a cîmpului a condus la teoria particulelor elementare care ridică problema construirii unei teorii unitare, premisele unei noi sinteze mult mai vaste, începutul unui nou ciclu de dezvoltare.

Analiza dezvoltării concepției despre una dintre cele mai importante noțiuni (concept) ale științelor naturii, *cîmpul* ca formă a materiei, arată bogăția conținutului acestei noțiuni care a devenit noțiunea centrală a tabloului modern al lumii fizice. În deducerea formelor superioare din cele inferioare se dezvăluie procesul dialectic al mișcării gîndirii creatoare.

Ideea abstractă a unui mediu universal (eter) se găsește la Descartes.

Noțiunea de cîmp a fost introdusă de Faraday ca o idee generală asupra rolului mediului în fenomenele electrice și magnetice și a fost concretizată de Maxwell sub forma cîmpului electromagnetic. Acest lucru se face prin intermediul *particular* al cîmpului electrostatic și cîmpului magnetic staționar care au fost *generalizate* de Maxwell în cîmpul electromagnetic, ceea ce a condus la *esența* acțiunilor electromagnetice descoperind natura electromagnetică a luminii și undele electromagnetice.

Punctul de plecare al lui Faraday a fost observarea contradicției între forțele electrodinamice și forțele newtoniene, care a fost rezolvată prin abandonarea schemei newtoniene, introducînd ipoteza mediului ca mijlocitor al acțiunilor electrice și magnetice ce nu pot fi explicate cu ajutorul forțelor newtoniene. Totuși, în definiția cîmpului dată de Maxwell se păstrează concepția de forță, element al concepției dinamicii newtoniene care este negată. Cîmpul este caracterizat prin *acțiuni mecanice*. Sub influența opticii ondulatorii a lui Fresnel cîmpul devine *o stare activă* (de deformație elastică) *a eterului.*

Contradicțiile ivite în ipoteza eterului prin deducții și confruntări cu experiența a condus la concluzia că noțiunea de cîmp se referă la *o entitate calitativ nouă* (Lorentz).

Dezvoltarea teoriei electromagnetice prin deducție atribuie cîmpului *energia* pe care o poartă, o înmagazinează, iar prin *inducție*, descoperirea fenomenului presiunii luminii atribuie cîmpului impuls și apoi moment cinetic ca și substanței.

Cîmpul ca entitate calitativ nouă ce se opune substanței (continuu-discontinuu atomic) există și în spațiul *vid* (Maxwell).

Îndepărtarea de la concepția mecanicistă începe prin rezolvarea, depășirea contradicțiilor conținute în ipoteza eter. Aceasta se face prin *negarea eterului* (Einstein) cel puţin sub forma unui mediu elastic. Ca urmare apare definiţia fenomenologică, cîmpul reprezentare matematică comodă pentru descrierea fenomenelor electromagnetice. Comprehensiunea este unilaterală, metafizică, ea se îndepărtează de la esenţa cîmpului.

Nici definirea cîmpului ca „energie radiantă" nu este mai puţin metafizică, unilaterală. Se identifică cu lumina (una din manifestările cîmpului electromagnetic) concepută ca energie, mişcare, oscilaţie în contradicţie cu substanţa (energia fără suport material, deci energetism).

Un moment nodal îl constituie teoria lui Lorentz care introduce noţiunea de cîmp electromagnetic *propriu,* legat de electron prin sarcina electrică, cîmpul microscopic — cel macroscopic fiind medie statistică a cîmpurilor microscopice. Prin deducţie se introduce *masa de cîmp* a electronului şi masa variabilă cu viteza care conduce la ipoteza naturii electromagnetice a masei electronului (Thomson) şi prin extensie la imaginea electromagnetică (de cîmp) unitară a universului. Se produce criza fizicii, caracterizată prin afirmaţia „dispare materia" adică proprietăţile inerţiale etc., la bază fiind verificarea experimentală a variaţiei masă cu viteza în cazul electronului.

Identificarea spaţiului absolut cu eterul (cîmpul) şi imposibilitatea de a pune în evidenţă „vîntul eteric", în urma mişcării de translaţie uniformă a substanţei, a creat o contradicţie, iar pe de altă parte concepţia timpului absolut şi măsurarea timpului (sincronizarea) cu ajutorul semnalelor luminoase din cauza vitezei finite a luminii, a creat o altă contradicţie a căror înlăturare conduce la o nouă teorie a spaţiului şi timpului (teoria relativităţii restrînse a lui Einstein). Din această teorie rezultă prin deducţie variabilitatea masei cu viteza *în general* şi legea conexiunii dintre masă şi energie. Aceasta a creat posibilitatea de a atribui cîmpului masă şi energie depăşind ipoteza naturii electromagnetice a masei care s-a dovedit o extensiune unilaterală metafizică. Masa de cîmp născută prin negarea masei va conduce prin negarea ipotezei naturii electromagnetice a masei la proprietatea esenţială a extinderii masei şi la cîmp.

Contradicţia dintre substanţă şi cîmp (energie radiată) a condus ipoteza fotonică a lui Einstein la aspectul contradictoriu (ondulator-corpuscular) al luminii care s-a dovedit esenţială extinzîndu-se şi la substanţă (de Broglie). Adevărata rezolvare a contradicţiei şi-a găsit calea în teoria cuantică a cîmpului electromagnetic şi în urmă prin dubla cuantizare a cîmpului lui Dirac (cîmpul electrono-pozitronic) la electrodinamica cuantică. Cîmpul cuantic este unitatea contrariilor particulă-undă. Se revine (reîntoarcere) la încercarea lui Lorentz de sinteză electron-cîmp propriu, dar pe un plan superior depăşind contradicţiile. Cuantificarea cîmpului electromagnetic conduce la un element iraţional (prin deducţie) : energia de zero infinită a cîmpului cuantic-vid (neexcitat). De asemenea, cuantificarea cîmpului Dirac conducea la elementul iraţional : starea de energie negativă a electronilor. Prin ipoteza existenţei pozitronului (lacună în stare de energie negativă), verificată experimental şi prin descoperirea transformării perechii electron-pozitron în fotoni, se face un salt dialectic prin formularea principiului simetriei sarcinii electrice, baza teoriei antiparticulelor. Existenţa antiparticulelor înseamnă găsirea esenţei prin negarea negaţiei. Ipoteza fondului de particule virtuale ale cîmpului în stare de zero, a rolului oscilaţiilor de zero, a polarizării vidului dînd explicarea unor fenomene nou descoperite (deplasarea Lamb etc.) duce prin negarea negaţiei la o altă esenţă a mişcării subcuantice a materiei, la înţelegerea mai profundă a particularităţilor mişcării microparticulelor, a masei de cîmp.

Prin aceasta îşi face drum definiţia cîmpului ca *o formă a materiei*. Bariera rigidă dintre cîmp şi substanţă este depăşită, ba chiar se constată o anumită întrepătrundere. Fenomenul de transformare reciprocă a particulelor se dovedeşte a fi generală arătînd întrepătrunderea dintre particulă şi cîmp. Cîmpul poate fi considerat deci ca o formă a materiei relativ delimitată de substanţă (delimitarea apare mai mult în cazul fenomenelor macroscopice) care posedă o mişcare internă specifică de înaltă potenţialitate datorită căreia este capabil să realizeze interacţia dintre particulele materiale concretizată prin schimb de cuante de cîmp adică particule virtuale (negarea forţei prin depăşirea concepţiei mecaniciste).

Prin extensiune se introduc diferite feluri noi de cîmpuri cu proprietăţi calitativ diferite cît priveşte interacţiunile. Un punct nodal al dezvoltării a fost descoperirea neconservării parităţii la interacţiile slabe care a condus la constatarea diferenţei nu numai cantitative ci şi calitative dintre interacţiile tari, electromagnetice şi cele slabe. Ea exprimă valabilitatea relativă a unor legi de conservare legate de proprietăţi de simetrie ale spaţiului şi timpului. Generalizînd cîmpul cuantic s-a ajuns la constatări esenţiale în privinţa proprietăţilor microparticulelor astfel : transformabilitatea lor, existenţa antiparticulelor etc.

Studiul interacţiilor dintre particule de energie înaltă a adus un bogat material empiric a cărui sistematizare s-a făcut prin atribuirea pe cale inductivă a unor noi proprietăţi esenţiale particulelor elementare pentru clasificarea lor. Pe lîngă proprietăţi generale s-au găsit proprietăţi specifice unor grupe de particule, existenţa unor legi ce permit cuprinderea lor într-o schemă raţională. În lumina acestor fapte se pune problema structurii particulelor zise elementare ceea ce impune depăşirea teoriei cuantice a cîmpurilor, a cărei limitare istorică pare din ce în ce mai evidentă.

Teoria unitară a particulelor elementare se dovedeşte posibilă prin depăşirea linearităţii cîmpului şi adoptarea unui cîmp nelinear universal, un fel de „protomaterie". Prin aceasta îşi face drum recunoaşterea profundei unităţi materiale a lumii. În această ultimă formă a cîmpului, forma superioară, prin existenţa automişcării caracteristice cîmpului material nelinear universal materia şi mişcarea sînt legate în mod inseparabil, cauza mişcării nemaifiind căutată în forţe exterioare sau circumstanţe exterioare.

PRINCIPIUL CAUZALITĂŢII ÎN FIZICĂ

de *REMUS RĂDULEŢ, membru corespondent al Academiei R.P.R.*

1. *Formulări generale ale principiului cuazalităţii.* Prin *evenimente* în sens larg se înţeleg în materialismul dialectic fenomene de schimbare — sau şi de constanţă — instantanee şi locale a sistemelor obiective, cum sînt corpurile şi cîmpurile studiate în fizică. Ciocnirea a două mici corpuri, faptul că într-un moment dat un corp are o anumită temperatură într-un punct dat al său, cum şi exercitarea într-un moment dat a unei forţe electrostatice asupra unui mic corp de probă sînt exemple de evenimente. Ele se descriu în principal prin indicarea de proprietăţi instantanee şi locale ale sistemelor obiective, în sensul larg, în care acestea cuprind nu numai proprietăţile în sens restrîns, cum este de exemplu sarcina electrică, ci şi „proprietăţile de relaţie“, ca de exemplu viteza cinematică, proprietate de relaţie a unui mic corp cu un sistem de referinţă (referenţial). Evenimentele se pot împărţi în clase, după clasele de proprietăţi care intervin în descrierea lor ; de exemplu în clasele mecanică, termică, electromagnetică, eventual în clase şi mai restrînse. Ele se pot împărţi şi în *evenimente de stare* (descrise prin indicarea de proprietăţi de stare) şi *evenimente accesorii* (descrise prin indicarea de proprietăţi accesorii), după cum pot, respectiv nu pot interveni în cauze, în principiul cauzalităţii, adică în principiul raportului dintre cauză şi efect. Anticipînd, afirmăm că impulsul mecanic al unui mic corp este un exemplu de proprietate de stare şi că acceleraţia lui în raport cu orice referenţial este un exemplu de proprietate accesorie a micului corp.

O *stare,* dintr-o anumită *clasă,* a unui sistem obiectiv este mulţimea evenimentelor de stare simultane din clasa considerată, care au loc în toate punctele lui, în momentul pentru care se consideră starea. De exemplu, mulţimea evenimentelor care consistă în faptul că, într-un moment dat, un corp are anumite temperaturi în diferitele sale puncte constituie starea termică a corpului în momentul respectiv. Astfel, un eveniment de stare este cazul particular al stării locale pentru care mulţimea evenimentelor de stare are un singur element ; de exemplu, starea unui sistem material practic punctual, considerată din punctul de vedere al unei singure proprietăţi de stare a lui, cum ar fi impulsul, este mulţimea dată de un singur eveniment de stare. Mulţimea stărilor simultane dintr-un sistem *complet* de clase independente ale unui sistem obiectiv (din care derivă toate celelalte clase ale lui) se numeşte *starea* sistemului. Conceptul de stare a unui sistem obiectiv prezintă importanţă fiindcă intervine în formularea principiului cauzalităţii.

Conform *principiului cauzalităţii,* în lumea obiectivă, pentru orice mulţime de evenimente dintr-un sistem al ei, există o *cauză* reprezentată de un complex format din una sau mai multe stări anterioare, din anumite clase, care o determină în mod necesar, ca *efect* al său.

În relaţia cauză-efect se pot găsi deci evenimentele şi nu sistemele (obiectele) în care pot avea loc acestea. De asemenea, determinaţia din principiul cauzalităţii fiind necesară, de cîte ori şi oriunde survine complexul de stări-cauză egale (se înţelege şi cu relaţii spaţiale şi temporale egale între ele) în sisteme obiective identice sau egale, se produce mereu acelaşi efect (se înţelege şi în aceleaşi relaţii spaţiale şi temporale cu cauza); astfel, determinaţia efectului de către cauză e generală, adică e egală oricînd şi oriunde : cauze egale produc efecte egale, oricînd şi oriunde.

Se observă că, înlocuind în cauza unui efect una sau mai multe dintre stările-cauză (în particular evenimentele-cauză) prin cauza lor, se obţine un nou complex de stări, care este de asemenea cauză a efectului ; se observă şi că, înlocuind în efectul unei cauze unul sau mai multe evenimente de stare-efect prin efectul lor exclusiv, se obţine o nouă mulţime de evenimente, al căror complex este de asemenea efect al cauzei. Există deci mai multe complexe de stări care sînt, fiecare, cauză a unui efect dat şi mai multe complexe de evenimente, care sînt, fiecare, efect al unei cauze date.

Despre un eveniment de stare sau despre o stare care face parte dintr-o cauză a unui efect se spune că influenţează efectul.

Democrit pare a fi fost gînditorul care are meritul de a fi formulat pentru prima oară cauzalitatea ca principiu universal şi de a-i fi recunoscut importanţa. El profesa că „nimic nu se produce întîmplător, ci totul dintr-un temei şi cu necesitate“, şi afirma că „aş dori mai degrabă să descopăr o singură conexiune cauzală (etiologie) decît să devin rege al Persiei“. Punînd consecvent principiul explicaţiei prin conexiune cauzală în locul principiului de explicaţie al predecesorilor săi, constituit de scopuri sau de proprietăţile de simplicitate şi armonie ale formelor spaţiale determinate de corpuri şi de mişcările lor, proprietăţi care nu sînt formulabile exact şi nici nu sînt hotărîtoare pentru desfăşurarea fenomenelor, Democrit s-a situat printre primii reprezentanţi ai gîndirii ştiinţifice.

În anumite probleme ale cauzalităţii prezintă interes fenomenele care se numesc *semnale*. Un semnal se caracterizează prin faptul că toate stările succesive din el şi de clasa lui sînt stări locale, adică evenimente de stare, cum şi prin faptul că fiecare eveniment al lui constituie singur (afară de ultimul) cauza unui eveniment viitor din el şi (afară de primul) efectul unui eveniment trecut din el. Un punct material în mişcare inerţială şi un semnal luminos pe care o sursă practic punctuală îl emite în vid într-o singură orientare sînt exemple de semnale. Dintre semnale, prezintă interes deosebit *seriile cauzale :* dacă se alege un eveniment de stare dintr-un semnal şi se determină toate evenimentele-efect ale lui, inclusiv cele infinit apropiate în timp, se obţine o succesiune de evenimente care constituie o serie cauzală ; ea poate fi prelungită în semnal şi în trecutul evenimentului ales, prin determinarea de cauze, inclusiv a celor infinit apropiate în timp. Semnalul luminos din exemplul de mai sus constituie o serie cauzală. Astfel, într-o serie cauzală, orice eveniment de stare anterior unui eveniment-efect dat este cauză a evenimentului-efect, aşa încît faptul că este cauză a lui determină un eveniment-cauză numai pînă la condiţia de a aparţine seriei cauzale a efectului şi de a fi anterior acestuia ; de asemenea, orice eveniment de stare ulterior unui eveniment-cauză dat din serie este efect al evenimentului-cauză, aşa încît faptul că este efect al lui determină un eveniment-efect numai pînă la condiţia de a aparţine seriei cauzale a cauzei şi de a fi ulterior acesteia. Se observă că semnalele — din care seriile cauzale reprezintă cazuri particulare — pot fi compuse şi din amestecuri de serii cauzale.

Dacă, în particular, *sistemul* în care se consideră efectul e *izolat* de exterior, stările-cauză din clasa corespunzătoare efectului, care îl determină, au loc toate în interiorul sistemului. Făcînd înlocuiri adecvate ale acestor stări-cauză prin cauze ale lor interioare sistemului, se poate realiza condiţia ca toate stările-cauză din clasa considerată să devină simultane, adică să aparţină unei singure stări, care poate fi aleasă în orice moment care precede primul eveniment al efectului. Deci un efect dat e determinat şi de o singură stare anterioară, însă a întregului sistem (şi făcînd parte din clasa corespunzătoare efectului).

Este de ajuns ca în principiul cauzalităţii să fie cuprinse ca efecte şi numai evenimentele de stare. În adevăr, în conformitate cu acest principiu, o mulţime dată de evenimente dintr-un sistem obiectiv izolat e determinată de oricare dintre stările-cauză din două momente anterioare oarecare. Rezultă că starea din al doilea dintre aceste momente e determinată cauzal, ca un efect, de starea din celălalt moment, independent de evenimentele accesorii din cel de-al doilea moment ; aceasta exprimă însă principiul cauzalităţii păstrînd în efect numai evenimentele de stare. Evenimentele accesorii din efect — şi se pot considera astfel de evenimente descrise prin proprietăţi în număr indefinit —, fiind determinate împreună cu cele de stare, sînt cuprinse implicit în acestea şi în repartiţia acestora în spaţiu şi dependenţa lor de timp.

Dacă, aşa cum se întîmplă în cazurile cele mai generale, *sistemul* în care se consideră efectul *nu e izolat* de exterior, starea-cauză din clasa corespunzătoare efectului, care îl determină, poate fi atît a sistemului, cît şi a sistemelor din exteriorul lui. În cazurile cele mai generale, cauza efectelor dintr-un sistem neizolat nu poate fi constituită deci exclusiv de o stare anterioară numai a sistemului ; o astfel de stare trebuie să fie completată şi cu starea simultană din exterior (factori externi) pentru a putea constitui împreună o cauză. Se pot deosebi două cazuri, după structura interacţiunilor cauzale din univers. Dacă aceste interacţiuni au proprietatea că un eveniment de stare dat, care a avut loc în trecutul imediat al unui al doilea eveniment dat, îl poate influenţa pe acesta oricît de departe ar fi de el, se spune că interacţiunile cauzale sînt *acţiuni instantanee la distanţă.* De exemplu, teoria newtoniană a gravitaţiei universale se bazează pe ipoteza că acţiunile gravifice sînt acţiuni instantanee la distanţă. Dacă există astfel de acţiuni la distanţă, starea-cauză a unui efect dintr-un sistem neizolat va fi reprezentată în principiu, în cazurile cele mai generale, abia de evenimente aparţinînd unei stări anterioare a întregului univers. Dacă interacţiunile cauzale au proprietatea că un eveniment poate fi influenţat direct doar de evenimente care, în trecutul imediat, au avut loc numai în vecinătatea imediată a evenimentului considerat, se spune că aceste interacţiuni au o structură de *acţiune prin contiguitate,* adică de acţiune din aproape în aproape, atît în spaţiu, cît şi în timp. De exemplu, un semnal luminos care se propagă prin vid reprezintă o serie cauzală cu acţiune prin contiguitate. Un semnal care se propagă prin contiguitate, spre deosebire de unul care s-ar propaga prin acţiune instantanee la distanţă, are deci nevoie de un timp finit pentru a se propaga pînă la o distanţă finită de punctul din care a fost emis, şi se observă că, dacă toate acţiunile sînt contigue, orice stare cuprinde numai evenimente între care, fiindcă sînt (clasic) simultane, nu sînt posibile interacţiuni cauzale. În acest caz, caracterizat prin viteze finite de propagare a acţiunilor, dacă interacţiunile cauzale se pot descompune în serii cauzale, ajunge ca evenimente aparţinînd unei singure stări interne şi anterioare unui efect oarecare dintr-un sistem neizolat să fie completate şi numai cu evenimente de stare de pe frontiera sistemului (nu şi cu evenimente din exteriorul frontierei lui) pentru a putea constitui o cauză a efectului. În adevăr, în acest caz trebuie ca orice serie cauzală care pătrunde din exterior în interiorul sistemului neizolat să treacă şi prin frontiera care-l separă de exterior, adică trebuie ca, printre evenimentele de stare care constituie această serie, să se găsească şi (cel puţin) un eveniment de stare situat pe frontiera sistemului. Deci eventualele evenimente-cauză care intervin (influenţează) din exteriorul unui sistem neizolat pot fi înlocuite în cauză cu evenimente de stare pe care seriile cauzale dintre ele şi evenimentul-efect din interior le determină pe frontiera sistemului cînd seriile trec prin frontieră. Rezultă că, dacă există numai acţiuni prin contiguitate, pentru efecte oarecare dintr-un sistem neizolat, cauza poate fi constituită de evenimente de stare aparţinînd unei singure stări anterioare a sistemului, îmbinată cu evenimente de stare din mulţimea ordonată în timp a stărilor subsecvente pe care le are frontiera sistemului în intervalul de după această stare, pînă inclusiv la ultimul eveniment din efect.

Legile care exprimă în amănunt felul în care se produc în lumea obiectivă evenimentele, stările şi fenomenele de diferite clase se împart adeseori în două clase: *legi de stare*, care exprimă relaţii între evenimente simultane, şi *legi de desfăşurare* sau *de evoluţie*, care exprimă, direct sau indirect, relaţii între evenimente sau stări subsecvente. În fizica clasică, legea de stare a gazelor perfecte în echilibru, care se exprimă printr-o relaţie între valorile pe care le au simultan temperatura, presiunea şi densitatea acestor gaze, are forma unei legi de stare, iar legile inducţiei electromagnetice şi circuitului magnetic, sau principiul de conservare a energiei, sînt exemple de legi de desfăşurare. Fără a discuta acum derivabilitatea, în special a legilor de stare ale stărilor de „echilibru", din legile de desfăşurare, observăm că nici legile de stare ireductibile la legi de desfăşurare, dacă ele există, şi nici legile de desfăşurare care, în conformitate cu principiul cauzalităţii, exprimă implicaţii între evenimente sau stări subsecvente, nu pot fi obţinute prin deducţie logică din acest principiu; în adevăr, felul implicaţiei (adică determinaţia doar necesară) care intervine în principiul cauzalităţii are un caracter prea general pentru ca să se poată deduce din el felul cu totul special al determinaţiei care intervine în fiecare dintre aceste legi. Ca şi legile de stare, legile de desfăşurare pot fi descoperite deci numai pe bază de cercetare experimentală. — Generalizările prin care cercetătorii s-au ridicat în cursul timpului de la aserţiunile de plecare, singulare sau particulare, care conţin rezultate experimentale, la aserţiunile universale exprimînd legile, constituie gloria spiritului ştiinţific, dar prin generalizări plecînd de la astfel de date şi dirijate greşit s-au făcut şi grave erori. În adevăr, generalizările inductive şi cele analogice au fost şi sînt în ştiinţă cele mai frecvente. Prin generalizare inductivă nu se înţelege în ştiinţele naturii *inducţia completă,* folosită în special în ştiinţele matematice, care este de fapt o formă a deducţiei şi consistă în trecerea de la propoziţiile inductoare — singulare sau particulare — la propoziţii induse, universale, care implică însă numai ceea ce e implicat de propoziţiile inductoare ; prin această generalizare se înţelege în ştiinţele naturii numai *inducţia incompletă* sau *amplifiantă,* în care implicaţiile propoziţiilor induse depăşesc implicaţiile propoziţiilor inductoare, prin faptul că acestea afirmă anumite relaţii numai despre unele dintre elementele unei clase, pe cînd propoziţiile induse le afirmă despre toate elementele clasei. Or, alegerea relaţiilor afirmate, cum şi a clasei la care se extind acestea prin generalizare inductivă, prezintă ocazii numeroase pentru manifestarea atît a spiritului ştiinţific, cît şi a spiritului lipsit de critică : prin inducţie amplifiantă s-a ajuns la principiul superpoziţiei în fizică, conform cu experienţa ; prin aceeaşi specie de inducţie, condusă greşit, s-a ajuns însă şi de la teoria cinetică a căldurii la teza eronată a mecanicismului. Prin *generalizare analogică* se înţelege extinderea la o clasă nouă a relaţiilor cunoscute ca adevărate pentru o altă clasă. Ea prezintă aceleaşi ocazii şi pericole ca şi inducţia amplifiantă : prin generalizare inductivă şi analogică s-a ajuns de la relativitatea din mecanica clasică prerelativistă la principiul relativităţii restrînse, conform cu experienţa ; prin generalizare de aceeaşi specie, condusă greşit, s-a ajuns însă şi de la faptele psihofizice la teza eronată a panpsihismului. Valoarea cognitivă a rezultatelor generalizării se poate stabili deci numai printr-o nouă întoarcere la practică, pentru a stabili conformitatea implicaţiilor generalizării cu rezultatele experimentale în cazuri noi, neimplicate de aserţiunile de plecare. Simpla conformitate a unei propoziţii cu principiul cauzalităţii este o condiţie necesară, care încă nu e însă suficientă pentru ca propoziţia să constituie enunţul unei legi valabile, adevărate.

În secolul nostru, prin îmbinarea de cercetări experimentale și generalizări teoretice, s-a stabilit că toate interacțiunile pe care le exprimă legile cunoscute ale fizicii sînt acțiuni prin contiguitate; ipoteza că interacțiunile gravifice ar fi acțiuni la distanță a reprezentat deci numai o aproximație pe care a făcut-o Newton, e adevărat, foarte apropiată de relațiile reale. De altă parte, nu există nici un indiciu experimental sau teoretic pentru ipoteza că în alte procese, cum sînt cele fiziologice, ar exista și acțiune instantanee la distanță. Aceasta prezintă interes în problema noastră, fiindcă astfel formularea cauzalității pentru cazul acțiunilor prin contiguitate e valabilă pentru toate evenimentele, stările sau fenomenele din lumea obiectivă.

Atît pentru legile de stare, cît și pentru cele de desfășurare, e esențial faptul că ele au un caracter exclusiv *constativ*, în sensul că exprimă doar felul în care sînt și evoluează în mod necesar fenomenele în lumea obiectivă. Mai este esențial faptul că principiul cauzalității nu conține nici o implicație asupra *naturii* proprietăților sistemelor obiective, care descriu sau caracterizează evenimentele ce intervin în legi, în sensul că nu determină faptul dacă aceste proprietăți trebuie să fie de exemplu de natură mecanică sau termică, electrică sau magnetică, fiziologică etc.

2. *Formulări ale principiului cauzalității în fizica clasică.* Dintre științele naturii, în fizică s-a reușit să se stabilească conceptele și legile cele mai precise. De aceea, deși principiul cauzalității este, în fond, același în toate fenomenele studiate de diferitele științe, el poate fi formulat, totuși, în modul cel mai concret în fizică. În această știință se folosesc în descrierea evenimentelor proprietățile și relațiile speciale caracterizabile prin *mărimi*, care sînt susceptibile de a fi *măsurate*. Cu ajutorul măsurării și al unităților de măsură se asociază fiecărei proprietăți-mărime sau relații-mărime cîte o mărime matematică, numită valoarea sau măsura ei, și astfel relațiile dintre aceste proprietăți se pot exprima in fizică cu ajutorul relațiilor matematice exacte, creîndu-se posibilitatea determinării prin calcul. Raza vectoare a poziției unui mic corp în raport cu un referențial inerțial — adică în raport cu unul oarecare dintre referențialele ce se găsesc în translație relativă uniformă și în raport cu cari e valabilă legea inerției — și vectorul impuls mecanic al lui (adică produsul dintre masa și vectorul viteză cinematică a lui în raport cu acel referențial) sînt exemple de mărimi de stare mecanică, iar temperatura și sarcina lui electrică sînt exemple de mărimi de stare din clasele termică, respectiv electrică ale corpurilor. O stare dintr-o anumită clasă a unui sistem fizic se descrie deci prin indicarea

mulţimii valorilor pe care le au mărimile de stare din clasa respectivă, în momentul considerat, în diferitele puncte ale sistemului ; în clasa considerată, aceste valori constituie *condiţiile de stare* ale sistemului fizic, în momentul pentru care se consideră starea, sau condiţiile sale iniţiale dacă momentul la care se referă starea e ales ca referinţă pentru timp ; mulţimea ordonată în timp a valorilor pe care le iau mărimile de stare din clasa considerată în momentele intervalului de timp începînd cu o primă stare şi pînă la inclusiv o a doua stare, în diferitele puncte ale frontierei unui sistem fizic, constituie *condiţiile de frontieră* ale acestuia în intervalul de timp considerat şi referitoare la acea clasă.

Dacă o aceeaşi stare fizică poate fi determinată prin mai multe sisteme de mărimi de stare, acestea se numesc *sisteme echivalente.* De exemplu, starea mecanică a unui punct material poate fi determinată cu ajutorul sistemului format din raza vectoare, masa şi viteza lui (cinematică) în raport cu un referenţial inerţial, sau cu ajutorul sistemului echivalent format din raza vectoare, masa şi impulsul lui.

Relaţiile matematice care exprimă legi de desfăşurare a fenomenelor fizice prin acţiune contiguă se recunosc formal prin faptul că cuprind — sau pot cuprinde, dacă sînt formulate potrivit — derivate în raport cu timpul ale mărimilor de stare, spre deosebire de legile de stare, care nu pot conţine astfel de derivate. În regim staţionar, toate derivatele în raport cu timpul ale mărimilor de stare sînt nule, adică se obţin în acest regim, din legile de desfăşurare, teoreme care nu conţin derivate în raport cu timpul, ca şi cînd ar deriva din legi de stare. De altă parte, combinînd anumite legi de stare cu legi de desfăşurare, se pot obţine adeseori propoziţii echivalente cu ele şi avînd caracterul de enunţuri privind o desfăşurare, aşa încît, enunţîndu-le ca legi, ar înlătura nevoia de a folosi legi de stare. Conform tezei că toate „legile“ de stare ar fi înlocuibile în sistemul fizicii clasice prin legi de desfăşurare, aceasta ar avea deci, în fond, numai legi de desfăşurare.

Cu ajutorul mărimilor de stare, determinaţia necesară a stării-efect a unui sistem fizic izolat sau neizolat, prin starea lui iniţială împreună cu stările subsecvente ale frontierei acestuia, se poate exprima în felul următor, care cuprinde *formularea principiului cauzalităţii în fizică :* pentru orice sistem fizic există un număr finit de mărimi de stare fizică, astfel încît valorile instantanee pe care aceste mărimi le au în diferitele lui puncte, într-o stare iniţială, împreună cu valorile lor subsecvente în punctele frontierei sistemului, determină în mod univoc valorile instantanee ale tuturor acestor mărimi de stare fizică în starea lui la sfîrşitul condiţiilor pe frontieră.

De exemplu, raza vectoare de poziţie în raport cu un referenţial inerţial oarecare, împreună cu impulsul mecanic al unui punct material de masă dată, epuizează mărimile lui esenţiale de stare mecanică, în sensul că valorile lor iniţiale determină univoc, pe baza legii fundamentale a dinamicii — numită şi legea de mişcare a punctului material —, mişcarea viitoare a punctului material în condiţii fizice (exterioare) date (care determină forţa ce se exercită asupra lui). Starea mecanică instantanee a unui punct material liber e deci univoc determinată de valorile instantanee a şase mărimi scalare, dintre care trei pot fi coordonatele cartesiene, potrivit faptului că punctul liber are trei grade de libertate (cinematică), iar trei sînt componentele scalare corespunzătoare ale impulsului mecanic, numite şi impulsurile (scalare) generale corespunzătoare (cu observaţia că produsul dintre o coordonată şi impulsul scalar corespunzător are dimensiunile fizice ale produsului dintre energie şi timp, care se numeşte în mecanică acţiune). Analog, starea mecanică instantanee a unui sistem de puncte materiale cu s grade de libertate (cinematică) e univoc determinată de valorile instantanee a $2s$ mărimi scalare, — dintre care s sînt *coordonate generale* care, purtate ca şi cînd ar fi coordonate cartesiene complet ortogonale, formează *spaţiul de configuraţii,* simbolic, cu s dimensiuni, al sistemului, iar s sînt *impulsurile generale* corespunzătoare care, purtate ca şi cînd ar fi coordonate cartesiene complet ortogonale, formează *spaţiul de impulsuri,* simbolic, de asemenea cu s dimensiuni, al sistemului. Toate celelalte mărimi mecanice ale unui sistem de puncte materiale — de stare sau accesorii — se pot exprima în funcţie de cele $2s$ coordonate şi impulsuri generale ale lui şi de timp. În limbaj de geometrie, starea mecanică instantanee a sistemului e reprezentată complet prin *punctul figurativ* care are, în *spaţiul de faze* cu $2s$ dimensiuni al sistemului, drept coordonate cartesiene complet ortogonale, valorile instantanee ale celor $2s$ mărimi scalare reprezentate de cele s coordonate generale şi de cele s impulsuri generale ale sistemului. De asemenea, evoluţia în timp a „fazei" sau a stării mecanice a sistemului, adică mişcarea lui, în care coordonatele generale şi impulsurile generale sînt funcţiuni de „parametrul" timp, e reprezentată în spaţiul de faze de o curbă : *traiectoria fazică,* pe care o determină dependenţa de timp a celor $2s$ coordonate ale punctului care reprezintă starea mecanică instantanee a sistemului. Principiul cauzalităţii pentru cazul fenomenelor exclusiv *mecanice* se exprimă deci prin faptul că, în condiţii date, orice punct din spaţiul de faze determină univoc întreaga traiectorie fazică unică ce trece prin el. Împrejurarea că energia mecanică a unui sistem mecanic izolat e constantă, e reprezentată în spaţiul de faze prin faptul că traiectoria fazică a punctului figurativ care reprezintă stările lui mecanice instantanee e conţinută în întregime în „hipersuprafaţa" cu $2s$-1 dimensiuni pe care o determină în spaţiul de faze egalarea cu o constantă a funcţiunii de coordonatele şi impulsurile generale care reprezintă energia : *hipersuprafaţa de energie.*

Spre deosebire de coordonate şi impulsuri, acceleraţia unui punct material şi derivata în raport cu timpul a impulsului său, de exemplu, nu sînt mărimi de stare, adică împrejurarea că punctul material are o anumită acceleraţie sau o anumită derivată în raport cu timpul a impulsului constituie un eveniment accesoriu, în sensul că valoarea acceleraţiei punctului sau a derivatei în raport cu timpul a impulsului său într-un moment iniţial nu intervine în nici un fel în determinarea mişcării lui viitoare ; acceleraţia şi derivata considerate sînt cuprinse însă implicit în dependenţa de timp a vitezei şi impulsului. Caracterul accesoriu al unei mărimi poate să nu micşoreze importanţa ei în fizică ; de exemplu, derivata impulsului unui mic corp în raport cu timpul intervine ca mărime importantă în legea de mişcare a punctului material.

Înainte de a aborda examinarea diferitelor forme de realizare a principiului cauzalităţii în fizica veche, clasică, şi în microfizica nouă, cuantică, aruncăm o privire asupra cîtorva probleme care au conexiune strînsă cu acest principiu şi cu legile de desfăşurare, pentru a pune în evidenţă importanţa lor generală, îndeobşte recunoscută de cercetători. Considerăm întîi rolul legilor de desfăşurare în prevederea viitorului şi reconstituirea trecutului. După aceea analizăm rolul diriguitor pe care-l are principiul cauzalităţii în descoperirea de noi proprietăţi de stare ale sistemelor fizice şi în descoperirea de noi clase de astfel de sisteme. Prezentăm apoi, prin prisma principiului cauzalităţii, analiza ordonării în timp a evenimentelor şi analiza simultaneităţii lor, devenită cunoscută şi în afara fizicii, după ce Albert Einstein a demonstrat în 1905 că, dacă toate interacţiunile sînt contigue, simultaneitatea absolută dintre evenimente, pe care se baza fizica clasică prerelativistă, este o proprietate inconsistentă a lor, şi a întemeiat cinematica clasică relativistă pe simultaneitatea relativă, einsteiniană, dintre ele, care este o proprietate avînd consistenţă chiar şi dacă toate interacţiunile sînt contigue. Încheiem cu lumina pe care, pînă la urmă, a aruncat-o principiul cauzalităţii asupra mecanicismului. Fiindcă ne limităm la teze privind ştiinţele care se bazează în principal pe fizică (şi chimie), nu vom aborda probleme mai generale ale principiului cauzalităţii şi nici problemele pasionante, legate de principiul cauzalităţii şi activitatea umană, cum sînt relaţiile dintre acest principiu şi libertatea voinţei, domenii în care s-a desfăşurat şi se desfăşoară o luptă dîrză de opinii între apărătorii materialismului şi idealismului, adică între apărătorii celor doi poli opuşi în jurul cărora s-au grupat principalele concepţii reprezentate în evoluţia gîndirii umane asupra raportului dintre conştiinţă şi materie.

3. *Principiul cauzalităţii, prevederea viitorului şi reconstituirea trecutului.* Să presupunem că am cunoaşte, afară de formularea principiului cauzalităţii, şi toate legile de stare şi legile de desfăşurare care sînt expresia lui concretă în cazul anumitor clase de fenomene ; de exemplu în cazul fenomenelor fizice. Aceste legi determină evenimentele fizice viitoare din sistemele izolate, în funcţie de starea lor într-un moment dat. Rezultă că, dacă reuşim să facem aplicaţia parţială, respectiv completă, a legilor la cazul pe care-l considerăm, ele ne permit să predeterminăm (să prevedem) parţial, respectiv complet, evenimentele viitoare din sistemul izolat, pe baza cunoaşterii stării actuale sau a unei stări trecute a lui. Aceasta este metoda folosită în cazul tuturor prevederilor ştiinţifice.

Exprimînd, prin aplicarea legilor de stare şi de desfăşurare, nu numai stările ulterioare în funcţie de cele anterioare, ci şi stările anterioare în funcţie de cele ulterioare, putem reconstitui uşor trecutul unui sistem izolat, pe baza cunoaşterii stării lui actuale (sau a unei stări trecute care e mai apropiată de noi). Aceasta este, în fond, metoda prin care, de exemplu geologii, deduc din starea actuală stările trecute ale scoarţei pămîntului.

În cazul sistemelor materiale neizolate trebuie cunoscute şi stările frontierei lor în intervalul dintre starea cunoscută şi starea dedusă, pentru ca să se poată prevedea viitorul sau reconstitui trecutul lor, operaţii din care derivă în principal consideraţia de care se bucură ştiinţa.

4. *Principiul cauzalităţii şi problemele sistemelor fizice.* Să presupunem că, într-un moment dat, dintre ramurile unei ştiinţe am cunoaşte numai una ; de exemplu, că din fizica clasică am cunoaşte numai mecanica clasică. În conformitate cu aceasta, mărimile de stare mecanică ale micilor corpuri (mai precis, ale punctelor materiale) sînt (în afară de timp) razele vectoare de poziţie faţă de un referenţial inerţial, masa şi impulsul lor mecanic în raport cu acel referenţial. Dacă acestea ar epuiza mărimile de stare fizică ale micilor corpuri, ar trebui ca, în conformitate cu principiul cauzalităţii, în condiţii exterioare date, evoluţiile mecanice viitoare ale

corpurilor să fie egale ori de cîte ori punem un sistem de corpuri în stări în care razele vectoare, masele şi impulsurile mecanice ale punctelor materiale care le formează au valori respectiv egale. Or, experienţa arată că, în condiţiile indicate, aceste evoluţii mecanice pot să nu fie egale ; de exemplu, dacă, între două aduceri ale sistemului de corpuri în stări mecanice egale, unele corpuri au fost frecate unele cu altele. Această împrejurare arată că trebuie ca, în conformitate cu principiul cauzalităţii, corpurile să aibă şi mărimi de stare nemecanice, cum sînt temperatura sau sarcina electrică în cazul considerat, şi care au valori diferite în diferitele puneri ale sistemului în stări mecanice egale, pentru a determina evoluţii mecanice viitoare diferite. Aceasta este, în fond, metoda bazată pe principiul cauzalităţii, pe care o folosesc fizicienii pentru a descoperi că un mănunchi dat de (specii de) mărimi de stare fizică încă nu e complet.

Să mai presupunem că am fi determinat toate speciile de mărimi de stare fizică ale unei clase de sisteme fizice date, — de exemplu ale corpurilor, — că punem de mai multe ori un astfel de sistem în stări în care toate aceste mărimi au valori respectiv egale şi că experienţa arată că, totuşi, evoluţiile sistemului sînt diferite în diversele cazuri. Cum corpurile nu au şi specii de mărimi de stare diferite de cele pe care le-am indicat, stările sistemului sînt egale în diferitele cazuri, aşa încît din principiul cauzalităţii urmează că trebuie ca starea a ceva diferit de ele, a ceva care poate interacţiona cu ele, să difere în aceste cazuri; trebuie adică să existe şi sisteme fizice diferite de corpuri, care au şi specii de mărimi de stare de alte specii decît cele ale corpurilor, şi mai trebuie ca aceste mărimi să aibă valori diferite în diversele realizări ale stărilor egale ale corpurilor, pentru ca astfel stările fizice integrale să fie diferite în aceste realizări, fapt care să determine (conform principiului cauzalităţii) evoluţiile diferite ale sistemului de corpuri în diferitele cazuri. Să considerăm, de exemplu, de două ori sistemul de corpuri format din Pămînt şi Lună, în stări în care toate mărimile lor de stare mecanică, termică, electrică, magnetică etc. sînt egale, şi anume o dată fără a fi emis în prealabil vreun semnal luminos, iar a doua oară la aproximativ o jumătate de secundă după ce s-a emis de pe Pămînt un scurt semnal luminos îndreptat spre Lună. Una va fi evoluţia fizică viitoare a Lunii în primul caz, cînd Luna nu va fi iluminată după vreo jumătate de secundă de vreun semnal luminos emis de pe Pămînt, şi alta în cel de-al doilea caz, în care Luna va fi iluminată la incidenţa semnalului luminos pe suprafaţa ei. Cum stările fizice iniţiale ale Pămîntului şi Lunii au fost egale în cele două cazuri, rezultă din principiul cauzalităţii că, în afară de corpuri (Pămîntul şi Luna din exemplu), există şi sisteme fizice distincte de ele, care au şi mărimi de stare diferite de cele ale corpurilor: lumina în cazul considerat. Aceasta este, în fond, metoda bazată pe principiul cauzalităţii, prin care fizicienii au descoperit cîmpul electromagnetic, din care se ştie că lumina reprezintă un caz particular.

5. *Principiul cauzalităţii şi problemele timpului în fizică.* Pregătim analiza problemelor timpului cu ajutorul principiului cauzalităţii, dînd cîteva lămuriri care privesc consistenţa proprietăţilor şi a relaţiilor, principiul invariaţiei vitezei luminii în vid şi principiul relativităţii restrînse, folosite de A. Einstein [1] în analiza conceptelor de simultaneitate, durată şi distanţă. În aceste lămuriri nu prezintă interes deosebit raportul dintre proprietate şi relaţie. Observăm doar că există lucruri care pot să apară fie ca relaţii, fie ca proprietăţi, după elementele la care sînt raportate. Distanţa dintre două puncte, de exemplu, este o mărime de *relaţie* între cele două *puncte*, în sensul că nu este proprietatea nici unuia dintre ele, deşi aceeaşi mărime-distanţă este o *proprietate* a *perechii de puncte*; în primul caz distanţa e raportată la elementele puncte, iar în cel de-al doilea, la elementul pereche de puncte. *După* ce s-au ales elementele la care se face raportarea, un atribut univoc este însă fie proprietate, fie relaţie.

Dacă obiectele unei mulţimi (cum sînt corpurile) au o specie de proprietăţi comune (cum este culoarea), trebuie să existe şi condiţii în care două obiecte oarecare ale mulţimii sînt *echivalente* (egale) din punctul ei de vedere (cum sînt condiţiile în care două corpuri au aceeaşi culoare; de exemplu sînt ambele albastre). O astfel de specie de proprietăţi prezintă *consistenţă* dacă echivalenţa obiectelor din punctul ei de vedere e dată de o relaţie *simetrică* şi *tranzitivă* între perechile de obiecte. *Relaţia de echivalenţă* a două obiecte oarecare A şi B ale mulţimii se numeşte simetrică dacă satisface următoarea condiţie: dacă relaţia există dinspre A spre B, experienţa arată că ea există şi dinspre B spre A; de exemplu, relaţia „de aceeaşi culoare" e simetrică fiindcă, dacă un corp A are aceeaşi culoare cu un corp B, experienţa arată că şi corpul B are aceeaşi culoare cu A. Relaţia de echivalenţă dintre perechile de obiecte oarecare A şi B sau B şi C ale mulţimii se numeşte tranzitivă dacă are următoarea proprietate: dacă relaţia există dinspre obiectul A spre B şi dinspre B spre C, experienţa arată că ea există şi direct dinspre A spre C, adică, în virtutea caracterului ei simetric, şi dinspre C spre A ; de exemplu, relaţia „de aceeaşi culoare“ e tranzitivă, fiindcă experienţa arată că, dacă un corp A are aceeaşi culoare cu unul B, iar acesta are aceeaşi culoare cu unul C, apoi şi corpul C are aceeaşi culoare cu A şi astfel specia de proprietăţi care se numeşte culoare este o specie consistentă. Dacă experienţa ar arăta că, în condiţiile indicate mai sus, corpul C are o culoare diferită de a corpului A, că adică relaţia simetrică „de aceeaşi culoare“ nu e şi tranzitivă, corpurile nu ar avea proprietatea consistentă, veritabilă, numită culoare : deşi B ar avea aceeaşi culoare cu A şi cu C, acestea ar fi, totuşi, de culori diferite, adică nu s-ar putea vorbi despre culoare ca proprietate comună a corpurilor. Pentru a dovedi deci inconsistenţa unei presupuse proprietăţi, ajunge să se arate că relaţia ei de echivalenţă nu e tranzitivă. Aceste indicaţii privitoare la tranzitivitate prezintă interes în problemele timpului, fiindcă Einstein a arătat că relaţia de simultaneitate absolută dintre evenimente, pe care se bazează fizica prerelativistă, nu e tranzitivă, că adică e inconsistentă în condiţiile de acţiune numai prin contiguitate, date de experienţă, şi a descoperit că o simultaneitate relativă între evenimente — simultaneitatea einsteiniană — e tranzitivă, adică e consistentă, şi în aceste condiţii.

---

[1] Albert Einstein, *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, „Annalen der Physik", XVII (1905).

Dacă două obiecte ale unei mulţimi, susceptibile de a se găsi în relaţia de echivalenţă dintr-un anumit punct de vedere, nu se găsesc în condiţiile în care există echivalenţă între ele (de exemplu două corpuri nu sînt de aceeaşi culoare), se spune că ele se găsesc în *relaţie de alteritate* unul cu altul, din punctul de vedere considerat. Relaţia de alteritate e *simetrică* (dacă, de exemplu, obiectul A nu are aceeaşi culoare cu obiectul B, nici B nu are aceeaşi culoare cu A) şi *netranzitivă* (din faptul că, de exemplu, obiectul A nu are aceeaşi culoare cu obiectul B şi nici B nu are aceeaşi culoare cu obiectul C nu rezultă că trebuie ca C să nu aibă aceeaşi culoare cu A). Mai observăm în treacăt că, dacă între oricare două obiecte ale mulţimii care, din punctul de vedere considerat, se găsesc în relaţie de alteritate unul cu altul, există şi o *relaţie de ordonare* din punctul de vedere considerat, proprietatea respectivă e susceptibilă de a fi descrisă cu ajutorul unei *mărimi* (scalare). O relaţie se numeşte „de ordonare“ dacă e *asimetrică* (în cazul relaţiei „mai mare decît“, de exemplu, din faptul că A e mai mare decît B, urmează că B nu poate fi mai mare decît A) şi *tranzitivă* (în exemplul considerat, din faptul că A e mai mare decît B şi B e mai mare decît C urmează că A e mai mare şi decît C). În acest caz se spune şi că însăşi proprietatea considerată este o mărime (scalară), iar altfel se spune că proprietatea nu face parte din clasa mărimilor (scalare). Direcţia unei drepte, de exemplu, este o proprietate a ei (a cărei relaţie de echivalenţă se numeşte paralelism) care nu este o mărime scalară, fiindcă între două drepte care nu sînt paralele, adică nu au aceeaşi direcţie, nu există o relaţie de ordonare care să permită ordonarea într-un singur şir a diferitelor direcţii posibile. Lungimea este însă o mărime (scalară). Am intercalat aceste ultime observaţii fiindcă prezintă interes în analiza anumitor probleme ale fizicii.

În formularea generală a problemelor proprietăţilor şi relaţiilor folosim termenii absolut şi relativ în accepţiunea în care aceştia se aplică, în fizică, proprietăţilor, în particular mărimilor, cum şi relaţiilor. O mărime se numeşte *absolută* dacă valoarea ei depinde numai de sistemul la care e referită, adică e independentă de referenţialul la care ar putea fi raportată, — cum sînt sarcina electrică a unui corp, sau entropia lui. O relaţie între două sau mai multe elemente se numeşte *absolută* dacă faptul că e satisfăcută sau nu e satisfăcută depinde numai de aceste elemente, adică e independentă de referenţialul la care ar putea fi raportată, — cum este ciocnirea dintre două mici corpuri, relaţie între ele care e independentă de referenţialul la care poate fi raportată. O mărime se numeşte *relativă* dacă are semnificaţie precisă numai cînd e raportată şi la un referenţial bine determinat şi deci valoarea ei depinde nu numai de sistemul la care se referă, ci şi de referenţialul la care e raportată, cum este viteza unui mic corp, a cărei valoare depinde şi de referenţialul faţă de care e considerată: un acelaşi mic corp are, într-un acelaşi eveniment, viteze diferite în raport cu diferitele referenţiale în mişcare relativă, la care e referită mişcarea lui. O relaţie între două sau mai multe elemente se numeşte *relativă* dacă are o semnificaţie precisă numai cînd e raportată şi la un referenţial bine determinat şi deci faptul că e sau nu e satisfăcută depinde nu numai de elementele între care e enunţată, ci şi de referenţialul la care trebuie să fie raportată spre a avea acea semnificaţie precisă. Coplanaritatea vitezelor instantanee simultane a două corpuri care nu sînt în contact este o relaţie (cinematică) relativă între ele, fiindcă există referenţiale faţă de care vitezele lor sînt coplanare, cum şi referenţiale faţă de care vitezele lor nu sînt coplanare. Astfel, o proprietate relativă a unui sistem este, de fapt, o relaţie între el şi un referenţial, iar o relaţie relativă între elementele unei mulţimi este, de fapt, o relaţie în care intervin nu numai aceste elemente, ci şi un referenţial. Putem spune că Albert Einstein a descoperit că simultaneitatea consistentă a două evenimente e relativă, în sensul că nu este o relaţie (absolută) binară numai între ele, adică independentă de orice referenţial, ci este o relaţie ternară, în care intervine, afară de ele, şi un referenţial inerţial, şi că deci simultaneitatea celor două evenimente poate să fie realizată în raport cu unele (anumite) dintre aceste referenţiale, fără a trebui să fie realizată în raport cu altele (adică e relativă); din această împrejurare a rezultat însă şi relativitatea a numeroase mărimi despre care se admisese în fizica prerelativistă că ar fi absolute.

Din această prezentare a problemei reiese că relativitatea în sensul din fizică are un caracter obiectiv, în afara conştiinţei oricărui subiect cunoscător şi independent de dorinţa, opinia sau voinţa lui, adică şi valabil pentru fiecare subiect, în opoziţie cu relativitatea în sensul filozofiei idealist-subiective, care indică raportarea doar la conştiinţa unui subiect cunoscător, adică avînd un caracter subiectiv, deci valabil numai pentru acest subiect. (Senzaţia de roşu, de exemplu, ar fi subiectivă, fiind raportată numai la o conştiinţă dată). Împrejurarea că atît relativitatea în sensul din fizică, cît şi relativitatea în sensul relativismului filozofic, indică o *raportare* sau referire, şi anume prima la un *referenţial*, iar cea de-a doua la o *conştiinţă*, îmbinată cu împrejurarea că, în principiu, un subiect cunoscător („observatorul“) poate considera *referenţialul* realizat de *propriul său corp*, a indus însă în eroare pe unii cercetători, care, făcînd confuzie între *corpul lor*, care este un sistem obiectiv, şi *conştiinţa lor*, care e subiectivă, au ajuns la convingerea neîntemeiată că proprietăţile, mărimile şi relaţiile relative în sensul din fizica prerelativistă şi relativistă ar fi proprietăţi, mărimi şi relaţii *subiective*. Fizicienii care au săvîrşit această eroare fără a o observa — şi fără a ţine seamă de faptul că un observator poate raporta fenomenele şi la un referenţial inerţial faţă de care corpul său poate fi în mişcare — s-au simţit împinşi spre idealismul filozofic subiectiv, pentru a-şi pune, chipurile, de acord convingerile filozofice cu „rezultatele“ ştiinţei fizice; de asemenea, aceia dintre filozofii materialişti metafizicieni care au săvîrşit eroarea s-au simţit îndemnaţi să respingă, în fond, teoria relativităţii, acceptînd-o numai în formă, pentru a bara, chipurile, drumul spre un pretins punct de sprijin în fizică al subiectivismului, care e incompatibil cu materialismul.

A. Einstein a observat că, din anumite date experimentale surprinzătoare, rezultă că numeroase sisteme fizice izolate, cum sînt riglele de măsură a lungimilor şi ceasornicele de măsură a timpului, nu se comportă cum se presupunea în fizica prerelativistă. Anume, din experienţe efectuate de fizicienii Fizeau şi Michelson rezultă următoarele fapte uimitoare : prin simplul fapt că se găsesc în repaus relativ faţă de referenţiale inerţiale, care sînt în traslaţie uniformă unul faţă de altul, diferitele rigle de măsurare a lungimii date, îşi instituie automat, în fiecare din ele, astfel de lungimi, iar diferitele ceasornice de măsurare a duratei, date, îşi instituie automat, în fiecare din ele, astfel de mersuri, încît viteza medie a semnalelor optice la dusul şi (după ce au fost reflectate o singură dată) întoarcerea lor directă prin vid, măsurată cu ajutorul lor, are aceeaşi valoare, oricare ar fi direcţia semnalului şi referenţialul inerţial din care şi faţă de care e măsurată, deşi referenţialele sînt în mişcare unul faţă de altul. Acest rezultat experimental straniu, conform căruia viteza medie a semnalelor luminoase la dusul şi întoarcerea lor directă prin vid (după o singură reflexiune) are aceeaşi valoare în raport cu toate referenţialele inerţiale, adică e invariantă (fără ca vitezele diferite din ea să fie invariante), enunţat (de A. Einstein) ca lege a naturii, se numeşte *principiul invarianţei vitezei luminii în vid.* Din acest principiu rezultă că viteza medie a semnalelor luminoase la dusul şi întoarcerea lor directă prin vid este totodată cea mai mare viteză medie, de dus şi întoarcere, a semnalelor fizice. În adevăr, în conformitate cu acest principiu, un semnal care are viteza medie a luminii în raport cu un referenţial inerţial are aceeaşi viteză şi faţă de un referenţial inerţial mobil în raport cu primul şi care „fuge“ de semnalul luminos, ceea ce arată că viteza medie a semnalelor nu poate depăşi valoarea limită din cazul luminii. Din principiu rezultă deci, cum am amintit şi mai sus, că nu există interacţiuni cauzale instantanee la distanţă, că adică toate interacţiunile cauzale sînt acţiuni prin contiguitate, fapt pe care l-a folosit A. Einstein pentru a demonstra inconsistenţa simultaneităţii absolute dintre evenimente.

De asemenea A. Einstein a descoperit, pe baza rezultatelor experimentale care îi stăteau la dispoziţie, că nu numai legile generale conform cărora se ştia că sînt şi se transformă stările *mecanice* ale sistemelor fizice, ci şi legile generale conform cărora sînt şi se transformă *toate* stările fizice ale acestor sisteme, au un enunţ independent de referenţialul inerţial la care sînt raportate sau referite aceste stări, respectiv transformări de stare: *principiul relativităţii restrînse.* Se poate spune că experienţa nu pune în evidenţă nici un fenomen care să ne permită să privilegiem vreunul dintre referenţialele inerţiale faţă de celelalte.

Abordînd acum în concret problemele timpului prin prisma principiului cauzalităţii, să considerăm două evenimente care se produc în aşa fel în spaţiu şi în timp, încît mai sînt posibile între ele interacţiuni cauzale, cel puţin prin intermediul celor mai repezi semnale fizice, cum sînt semnalele optice prin vid. Conform principiului cauzalităţii, dacă primul eveniment îl mai poate influenţa cauzal pe cel de-al doilea, primul eveniment (cauza) e în mod absolut anterior celui de-al doilea (efectul): se găseşte în trecutul absolut al acestuia, fiindcă interacţiunea cauzală e absolută, adică e independentă de orice referenţial ; dacă cel de-al doilea (cauza) îl mai poate influenţa pe primul (efectul), primul eveniment e în mod absolut ulterior celui de-al doilea : se găseşte în viitorul absolut al acestuia. De altă parte, experienţa arată că relaţia de influenţare cauzală e nu numai asimetrică, ci şi tranzitivă : dacă evenimentul E_1 poate influenţa cauzal evenimentul E_2 şi acesta evenimentul E_3, ultimul poate fi influenţat cauzal şi de E_1, dar nu poate influenţa cauzal pe E_1. Rezultă astfel că ordonarea în timp a acelora dintre evenimente, între care ar mai fi posibile interacţiuni cauzale, e determinată de principiul cauzalităţii şi că e univocă şi absolută.

Principiul cauzalităţii serveşte şi pentru compararea duratelor intervalelor de timp succesive dintr-un punct oarecare al unui referenţial inerţial, în sensul că durate succesive egale sînt acelea care sînt ocupate de fenomene locale egale ; durata lor, măsurată în acest fel de un ceasornic local, imobil faţă de referenţialul inerţial, se numeşte *durată proprie*.

Printre problemele timpului se găseşte însă, afară de compararea duratelor proprii ale intervalelor de timp succesive dintr-un punct al unui referenţial inerţial, şi compararea duratelor unor intervale de timp „paralele“, pe care le ocupă fenomene care se produc pe corpuri (mobile sau imobile) din puncte diferite ale unui referenţial inerţial : duratele unor intervale de timp „paralele“ sînt egale cînd atît începuturile, cît şi sfîrşiturile lor sînt respectiv simultane. Se pune deci problema : care sînt condiţiile fizice în care sînt simultane două evenimente, cum sînt, de exemplu, două începuturi sau două sfîrşituri de fenomene care ocupă intervale de timp „paralele“ ? Şi în răspunsul la această problemă intervine principiul cauzalităţii.

În adevăr, pentru ca două evenimente să fie *simultane*, e necesar ca nici unul dintre ele să nu fie în mod absolut anterior celuilalt, adică e necesar ca nici unul dintre ele să nu-l mai poată influenţa cauzal pe celălalt prin intermediul nici unui semnal fizic. Imposibilitatea interacţiunii cauzale între două evenimente, care este o relaţie absolută între ele, este deci un criteriu *necesar* al simultaneităţii lor. În fizica prerelativistă s-a considerat că acest criteriu e şi *suficient*, că adică simultaneitatea precizată în acest fel este o proprietate *absolută* consistentă a perechii de evenimente. Einstein a demonstrat — în fond cum arătăm mai jos — intranzitivitatea, adică inconsistenţa acestei „simultaneităţi“ absolute, folosind în consideraţiile sale semnale luminoase, care sînt cele mai repezi semnale fizice şi deci ar putea realiza interacţiuni cauzale şi în cazuri în care semnale mai încete nu le-ar mai realiza.

Ne alegem un referenţial inerţial S şi relevăm două puncte P şi Q ale lui, adică două puncte fixe în raport cu el. Considerăm apoi evenimentul E_P al emisiunii în vid a unui scurt semnal luminos de control de pe un corp C, care poate fi şi mobil faţă de S şi care, la producerea emisiunii, se găsea în punctul P al referenţialului S, urmat în mod absolut de evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului pe o mică oglindă D, care poate fi de asemenea mobilă faţă de S şi care, la producerea reflexiunii, se găsea în punctul Q al referenţialului S, cum şi evenimentul (în mod absolut ulteriol lui R_Q) I_P al incidenţei semnalului considerat, reflectat şi revenit prin vid în punctul P al referenţialului S, în care se găsea corpul C la producerea emisiunii E_P. Notăm cu $(E_P \ldots R_Q \ldots I_P)$ întregul semnal de control între emisiunea E_P şi incidenţa I_P. Fie t_E şi t_I timpurile proprii, indicate, la producerea evenimentelor E_P şi I_P, de un ceasornic imobil în raport cu referenţialul inerţial S, în punctul P al acestuia; fie t_R timpul propriu, indicat, la producerea reflexiunii R_Q, de un ceasornic egal cu primul şi de asemenea imobil în raport cu referenţialul inerţial S, ceasornic care se găseşte în punctul Q al acestuia. În aceste condiţii, nici unul dintre evenimentele presupuse absolut succesive E'_P, I'_P, — care se produc în punctul P al referenţialului inerţial S în intervalul de timp propriu $t_E \ldots t_I$, marcat de ceasornicul din P, şi care sînt presupuse toate în mod absolut ulterioare momentului său propriu t_E şi absolut anterioare momentului său propriu t_I, — nu mai poate intra în interacţiune cauzală cu evenimentul R_Q, al reflexiunii semnalului de control pe oglinda D, care se produce în momentul propriu t_R, marcat de ceasornicul din Q. În adevăr, orice semnal $E'_P \ldots$, emis din punctul P al referenţialului S într-un moment propriu t'_E al acestuia, presupus absolut ulterior lui t_E, trebuie să ajungă în punctul Q al referenţialului S în mod absolut mai tîrziu decît în momentul t_R, fiindcă altfel semnalul $(E'_P \ldots R_Q \ldots I_P)$ ar avea o viteză mijlocie la dus şi întoarcere mai mare decît viteza mijlocie, presupusă maximă, a semnalului de control. De asemenea, nici un semnal $(E_Q \ldots)$ emis din punctul Q al referenţialului S la producerea reflexiunii semnalului de control nu poate ajunge în punctul P al acestui referenţial la producerea unui eveniment I'_P, chiar absolut ulterior lui E'_P, însă absolut mai devreme decît momentul său propriu t_I, fiindcă astfel semnalul $(E_P \ldots R_Q$ sau $E_Q \ldots I'_P)$ ar avea de asemenea o viteză mijlocie la dus şi la întoarcere mai mare decît viteza mijlocie, presupusă maximă, a semnalului de control. Constatăm astfel că existenţa şi numai a unui maxim al vitezei *medii,* la dus şi întoarcere, a semnalelor fizice, exprimată în principiul invarianţei vitezei luminii în vid, implică existenţa unui singur moment (t_R), care să fie cel mai timpuriu, al timpului local în care sosesc, într-un punct dat (Q) al unui referenţial, semnalele de control emise, într-un moment local dat (t_E), dintr-un alt punct dat (P) al referenţialului. Mai constatăm că, fiindcă nici unul dintre evenimentele E'_P,..., I'_P,..., etc., care se produc în punctul P al referenţialului S între emisiunea şi revenirea semnalului de control, nu poate intra în interacţiune cauzală cu evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în punctul Q al lui S, conform criteriului imposibilităţii de interacţiune cauzală între evenimente simultane, utilizat singur în fizica prerelativistă, rezultă că evenimentul R_Q al reflexiunii în punctul Q al lui S trebuie să fie simultan cu *toate* evenimentele din punctul P cuprinse între evenimentul E_P al emisiunii semnalului de control şi evenimentul I_P al incidenţei semnalului de control revenit în P. Pentru ca această simultaneitate să fie consistentă, ar trebui însă ca şi evenimente ca E'_P şi I'_P, amintite, să fie simultane între ele. Or, dintre evenimentele E'_P şi I'_P, primul a fost presupus în mod absolut anterior celuilalt: însuşi punctul P din S, dacă ar fi reprezentat în permanenţă de un punct material, ar putea constitui un semnal de influenţare cauzală între I'_P şi E'_P. Rezultă că simultaneitatea dată exclusiv de criteriul prea larg al imposibilităţii de interacţiune cauzală pune evenimente absolut succesive dintr-un punct al unui referenţial inerţial (ca E'_P şi I'_P) drept simultane cu un acelaşi eveniment (ca R_Q) dintr-un alt punct al lui, adică e inconsistentă.

Inconsistenţa „simultaneităţii" absolute, dată exclusiv de imposibilitatea interacţiunii cauzale, e provocată de împrejurarea că, dacă distanţa dintre punctele P şi Q e finită, intervalul de timp propriu t_E ... t_I e finit, adică de împrejurarea că toate interacţiunile sînt contigue. Dacă ar exista acţiune instantanee la distanţă, ar exista semnale fizice la a căror folosire durata intervalului de timp propriu t_E ... t_I ar tinde către zero ; consideraţiile făcute cu evenimente ca E'_P şi I'_P nu ar mai fi posibile, şi simultaneitatea absolută, dată exclusiv de imposibilitatea de interacţiune cauzală, ar fi tranzitivă, adică şi consistentă. Cum nu există acţiuni instantanee la distanţă, se pune problema de a descoperi un criteriu compatibil cu imposibilitatea de interacţiune cauzală între evenimentele simultane, însă mai restrîns decît acesta, pentru a da o simultaneitate tranzitivă, adică şi consistentă, în condiţiile de acţiune contiguă pe care le prezintă experienţa.

A. Einstein a rezolvat şi această problemă, arătînd că simultaneitatea e tranzitivă, adică e şi consistentă, dacă numai evenimentul M_P din P, care se produce la *mijlocul* (jumătatea) intervalului de timp propriu cuprins între emisiunea E_P a semnalului de control din P şi revenirea I_P a lui în P, e definit ca simultan cu evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în Q — operaţia fiind efectuată însă în acest fel pentru *fiecare punct Q* al referenţialului inerţial S — şi pentru *fiecare referenţial inerţial în parte*, şi anume cu un punct P imobil faţă de *el* (definiţia einsteiniană a simultaneităţii). Detaliile acestei demonstraţii nu prezintă interes în exemplificarea importanţei principiului cauzalităţii pentru problemele timpului în fizică. E esenţială numai împrejurarea că simultaneitatea einsteiniană e relativă, că adică două evenimente între care nu e posibilă nici o interacţiune cauzală şi care sînt simultane (einsteinian) în raport cu un referenţial inerţial nu sînt, în general, simultane (einsteinian) în raport cu un referenţial inerţial care este în mişcare faţă de primul. În adevăr, dacă un referenţial S′ se mişcă faţă de S dinspre P spre Q şi dacă P′ e punctul imobil în S′ care coincidea cu P la emisiunea E_P a semnalului de control, acest semnal, reflectat de oglinda D, revine în P′ ca eveniment $I_{P'}$, în mod absolut mai devreme decît în P. Dacă, în raport cu S′, evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în oglinda D e einsteinian simultan cu evenimentul $M_{P'}$, din mijlocul intervalului de timp propriu (al lui S′) cuprins între evenimentele $E_{P'}$ şi $I_{P'}$, care e absolut mai scurt decît intervalul de timp propriu $t_E \dots t_I$ din S, se observă că aceste două evenimente R_Q şi $M_{P'}$, simultane einsteinian în raport cu S′, nu sînt simultane einsteinian în raport cu S, fiindcă $M_{P'}$ e în mod absolut anterior lui M_P (care e simultan einsteinian cu R_Q în raport cu S). Or, conform principiului relativităţii restrînse, experienţa nu pune în evidenţă nici un fenomen care să ne permită să privilegiem vreun referenţial inerţial faţă de celelalte. Rezultă că simultaneitatea evenimentelor, pentru a fi tranzitivă şi deci consistentă, trebuie definită einsteinian în raport cu fiecare referenţial inerţial în parte: simultaneitatea consistentă e în mod necesar relativă, şi, pentru ca ea să aibă un sens precis, trebuie indicat (ca, de exemplu, în cazul vitezei) şi referenţialul inerţial la care se referă. Astfel, ordinea în timp a două evenimente între care *nu* mai e posibilă nici o interacţiune cauzală, considerată în raport cu un referenţial inerţial, poate fi răsturnată faţă de ordinea lor în timp în raport cu un alt referenţial inerţial, mobil faţă de primul, adică şi ordinea în timp a unor *astfel* de evenimente e relativă. Cum viteza luminii în vid e foarte mare, aceste relativităţi nu apar însă net la micile viteze relative ale corpurilor, care erau realizate de corpurile cereşti sau de mobilele macrofizice de laborator şi deci nu a fost observată în fizica prerelativistă ; consecinţele acestei relativităţi au putut fi puse însă direct în evidenţă în cazul vitezelor foarte mari, relativiste, pe care le pot avea electronii, de exemplu în razele catodice (experienţa lui Yves). Bineînţeles, conform prescripţiei einsteiniene, în raport cu *orice* referenţial inerţial pot fi simultane numai evenimente între care *nu* e posibilă nici o interacţiune cauzală. Astfel, conform teoriei relativităţii, şi conceptul de stare e relativ, adică mulţimea evenimentelor simultane care o constituie depinde şi de referenţialul la care e raportată, însă orice stare poate cuprinde şi conform acestei teorii numai evenimente între care nu mai sînt posibile interacţiuni cauzale. O dată cu simultaneitatea (einsteiniană) tranzitivă şi o dată cu ordinea în timp a evenimentelor între care nu mai sînt posibile interacţiuni cauzale, devin în mod necesar relative şi duratele dintre evenimente (care trebuie să aibă deci indicat, de asemenea, referenţialul inerţial la care sînt raportate), cum şi, în general, distanţele — de exemplu dimensiunile corpurilor —, ceea ce arată că principiul cauzalităţii prezintă indirect importanţă şi pentru problemele spaţiului în fizică. — Urmărirea detaliată a relaţiilor arată că *durata* dintre aceleaşi două evenimente care se produc pe două mici corpuri imobile faţă de un referenţial inerţial e minimă în raport cu acel referenţial şi cu atît mai mare în raport cu celelalte referenţiale inerţiale, cu cît viteza constantă de translaţie a acestora faţă de primul e mai mare („dilataţia“ einsteiniană a timpului), şi că *distanţa* dintre cele două mici corpuri e maximă în raport cu referenţialul inerţial faţă de care sînt imobile şi cu atît mai mică în raport cu referenţialele inerţiale care se mişcă faţă de ele în direcţia determinată de cele două mici corpuri, cu cît e mai mare viteza lor constantă de translaţie faţă de ele („contracţiunea“ lorentziană a lungimilor). Aceste consecinţe urmează din formulele de cinematică relativistă ale lui Lorentz, care leagă coordonatele şi timpul unui eveniment oarecare în raport cu un referenţial inerţial, de coordonatele şi timpul aceluiaşi eveniment în raport cu oricare alt referenţial inerţial ; cum se mai spune, ele transformă coordonatele şi timpul evenimentului oarecare în raport cu unul dintre aceste referenţiale, în coordonatele şi timpul evenimentului în raport cu un alt referenţial inerţial — şi constituie grupul de transformări matematice al lui Lorentz.

Funcțiunile principiului cauzalității și ale legilor de desfășurare, prezentate mai sus, constituie motive pentru care cei mai mulți oameni de știință, dacă ar fi cazul și ar sta în posibilitățile lor, ar fi de acord să sacrifice aproape oricare principiu al științelor, afară de principiul cauzalității.

6. *Principiul cauzalității și mecanicismului.* Într-o ramură de știință se folosesc, în descrierea evenimentelor și fenomenelor, anumite *proprietăți primitive* (în fizică mărimi primitive), care nu se definesc în cadrul acelei ramuri cu ajutorul altor proprietăți (respectiv mărimi), ci se interpretează direct în concret, indicîndu-se de-a dreptul semnificația lor ; proprietățile primitive sînt deci semnificații înțelese drept concepte. Pentru a ușura formularea propozițiilor ramurii, se folosesc și *proprietăți (mărimi) derivate,* definite în ultimă instanță cu ajutorul celor primitive. De asemenea, o ramură de știință se bazează pe un sistem minim de *legi* (sau axiome) formulabile cu ajutorul proprietăților ei primitive, din care se deduc toate *teoremele* ei, — legile diferitelor ramuri ale științelor naturii fiind descoperite, cum am arătat, pe bază de cercetare experimentală.

Există propoziții a căror situație de lege, respectiv de teoremă, poate fi relativă, în sensul că într-o anumită prezentare a teoriei unele dintre ele pot fi legi și celelalte teoreme, iar într-o altă prezentare a ei primele pot fi teoreme și ultimele legi. De asemenea, este posibil ca, în cursul evoluției unei științe, o propoziție care exprima într-o fază dată cele mai generale cunoștințe cu privire la anumite fenomene și deci avea funcțiunea de lege să poată fi dedusă ca teoremă din legi mai generale, descoperite ulterior. Astfel, propoziția lui Coulomb privitoare la forța din cîmpurile electrostatice, care avea funcțiunea de lege la data descoperirii ei, a devenit cu timpul o teoremă demonstrabilă cu ajutorul legilor fluxului electric și inducției electromagnetice, descoperite ulterior. De asemenea, împrejurarea că în „legea“ dezintegrării radioactive spontane nu intervin explicit cauze a permis să se presupună că propoziția respectivă e o teormă demonstrabilă din legi mai generale, lucru care s-a realizat în micromecanica nouă, cuantică.

În situația descrisă, fizicienii și-au pus problema dacă nu există mărimi primitive ale unor ramuri ale fizicii care să fie mărimi derivate, definibile în funcție de mărimile primitive ale altor ramuri ale fizicii, sau identice cu astfel de mărimi. Dacă există o astfel de relație, *după* descoperirea ei nu mai este nevoie de cercetare experimentală decît în una dintre ramuri, fiindcă „legile“ de desfășurare (și cele de stare) din cealaltă ramură sînt simple teoreme deductibile din legile de desfăşurare (şi de stare) ale primei ramuri, cu ajutorul „dicţionarului“ pe care-l reprezintă corespondenţa dintre mărimile primitive ale celor două ramuri. Se spune că, în acest fel, una dintre ramuri e „redusă“ la cealaltă, şi realizarea în concret a principiului cauzalităţii în prima se poate stabili fără a mai face apel la o cercetare experimentală independentă, prin simplă deducţie, din realizarea lui în concret în cea de-a doua ramură.

Prima ramură a fizicii care s-a constituit ca disciplină închegată a fost mecanica. De aceea fizicienii au încercat să reducă la mecanică celelalte ramuri ale fizicii. Această încercare a reuşit în cazul fenomenelor acustice, care au fost recunoscute drept fenomene de mişcare ondulatorie în corpuri masive, în special în fluide, orice mărime acustică fiind recunoscută, în fond, drept o anumită mărime mecanică ; încercarea — sprijinită cel mult de o ipoteză plauzibilă asupra configuraţiilor de egală probabilitate — a reuşit şi în cazul căldurii corpurilor, în cadrul mecanicii statistice : fizicienii au recunoscut, de exemplu, că mărimea căldură este o mărime identică cu lucrul mecanic dezordonat mediu, care se efectuează asupra moleculelor corpului ce primeşte căldura. De asemenea ei au recunoscut că temperatura unei mici regiuni dintr-un corp e o mărime universal proporţională cu energia cinetică medie, corespunzătoare mişcării dezordonate, de agitaţie termică, a moleculelor acelei regiuni, împărţită cu numărul de grade de libertate ale acestor molecule. Astfel, cu restricţia amintită, orice mărime termică a corpurilor este, în fond, o anumită mărime mecanică (fără ca fiecărei mărimi mecanice să-i corespundă însă cîte una termică) şi deci fenomenele termice sînt o clasă de fenomene mecanice. În acest fel, primul principiu al termodinamicii, de exemplu, care se referă la conservarea energiei, rezultă ca simplă teoremă din teorema de conservare a energiei mecanice.

Încurajaţi de succesul acestor prime reduceri la mecanică, unii fizicieni au fost tentaţi să apere, pe baza unei inducţii amplifiante nejustificate, teza eronată că toate clasele de fenomene fizice ar fi reductibile la mişcări de puncte materiale, că ar fi, în fond, clase de fenomene mecanice. După această *concepţie mecanicistă,* care ar extinde dincolo de limitele ei aplicabilitatea legilor de desfăşurare ale mecanicii, problemele fizicii teoretice ar consista în principal în reducerea la legile mişcării a legilor tuturor fenomenelor fizice. Această reducere s-ar efectua imaginînd un sistem de puncte materiale, adică un mediu (model) mecanic, dotat cu astfel de proprietăţi, încît, punînd mărimile care intervin în descrierea fenomenelor nemecanice egale cu anumite funcţiuni adecvate de mărimile de stare mecanică ale modelului, să rezulte din legile de mişcare a modelului legile experimentale ale fenomenelor nemecanice studiate.

Pe baza concepţiei mecaniciste s-a încercat să se constituie în optică teoria eterului luminos ca mediu mecanic. Încercările de a concepe undele în care consistă lumina drept unde de mişcare a unui mediu mecanic fin, numit eter, sînt vechi. Chr. Huygens, care apăra concepţia mecanicistă, presupunea că undele de lumină ar fi longitudinale şi a considerat eterul drept gaz. „În adevărata filozofie“ (adică în adevărata ştiinţă, în termeni actuali), „cauza tuturor efectelor e concepută prin raţiuni de mecanică ; ceea ce, după părerea mea, trebuie făcut sau, dacă nu, să se renunţe la orice speranţă de a mai înţelege vreodată ceva în fizică“, scria Huygens în 1690, în cap. I din *Tratatul despre lumină* [1]. Aceasta arată că fizicieni ca Huygens începuseră să confunde însăşi explicaţia fenomenelor nemecanice cu reductibilitatea lor la clase de fenomene mecanice, care erau mai familiare şi cunoscute mai demult. J. A. Fresnel a descoperit însă că lumina consistă în unde exclusiv transversale, care sînt posibile ca unde mecanice fie în fluidele mecanice cu frecare interioară, fie în corpurile solide. Dacă eterul ar fi un fluid mecanic cu frecare interioară ar trebui însă ca lumina să fie absorbită şi în „vidul“ lipsit de alte corpuri, iar viteza ei de propagare ar trebui să depindă de culoare chiar şi în acest vid. Or, experienţa arată că lumina nu prezintă nici una dintre aceste proprietăţi. De aceea a trebuit ca eterul să fie considerat drept corp solid şi fără frecare interioară, de densitate infimă, incompresibil, însă de duritate foarte mare, pentru ca perturbaţiile din el să aibă viteza de propagare foarte mare pe care o are lumina. Cu toată această duritate, trebuia însă, totuşi, ca eterul să nu opună nici o rezistenţă mişcării prin el a corpurilor cereşti. Aceasta a constituit o primă greutate, de netrecut, pentru concepţia mecanicistă în fizică. Cu timpul, greutăţile ei s-au înmulţit, iar unele probleme au devenit insolubile în cadrul ei. De exemplu, teoria oscilaţiilor mecanice ale eterului nu permitea să se dea nici în principiu un răspuns în controversa asupra problemei dacă direcţia de oscilaţie (cinematică) a eterului luminos e cuprinsă în planul de popularizare al luminii polarizate liniar sau e perpendiculară pe el.

O dată cu întemeierea teoriei electromagnetice a luminii, problema s-a deplasat : a reuşit reducerea fenomenelor optice la fenomene electromagnetice, în cadrul teoriei electromagnetice a luminii, întemeiată de J. Cl. Maxwell, care a recunoscut că mărimea vectorială care efectuează vibraţiile transversale în undele de lumină este intensitatea cîmpului electric, cuplată totdeauna cu o vibraţie transversală şi de aceeaşi frecvenţă a mărimii vectoriale care se numeşte inducţie magnetică. Maxwell a recunoscut deci că fenomenele de lumină sînt, în fond, fenomene de vibraţie electrică cuplate cu fenomene de vibraţie magnetică, adică o clasă de fenomene electromagnetice. Acest succes prezintă interes pentru evoluţia concepţiei despre explicaţie, faţă de explicaţia mecanicistă, atît fiindcă reprezintă o nouă reducere a unei specii de fenomene (optice) la o altă specie (fenomenele electromagnetice), care nu este cea mecanică, cît şi fiindcă specia mai cuprinzătoare (cea electromagnetică) la care se face reducerea a fost cunoscută mai tîrziu decît specia restrînsă (cea optică), redusă, şi a fost mai puţin familiară decît aceasta. Succesul a fost interpretat însă de mecanicişti în sensul că eterul (mecanic) luminos ar fi identic cu un eter (mecanic) electromagnetic, în ale cărui mişcări ar consista, conform concepţiei mecaniciste, fenomenele electrice şi magnetice. Concepţia mecanicistă despre eterul electromagnetic ca mediu mecanic a întîmpinat însă de asemenea dificultăţi de netrecut. Cea mai mare dintre ele consistă în faptul că eterul se sustrăgea tuturor încercărilor fizicienilor de a-i determina poziţia şi viteza cinematică, adică starea de mişcare, care este o proprietate mecanică, şi anume cinematică, fundamentală a corpurilor, adică a mediilor mecanice. Aceasta a apărut clar în cunoscuta experienţă a lui Michelson, prin care acesta a urmărit să determine viteza cinematică a eterului faţă de Pămînt ; din rezultatul ei negativ (folosit pentru întemeierea teoriei relativităţii restrînse) rezultă că viteza cinematică nu face parte din mărimile de stare ale cîmpului electromagnetic. De altfel, încă înainte de fundarea teoriei relativităţii, Henri Poincaré, prin compararea legilor cîmpului electromagnetic cu legile mecanicii, a demonstrat că fenomenele electromagnetice nu pot fi reduse univoc la fenomene mecanice ; în adevăr, el a reuşit să arate că, dacă e posibil *un* model mecanic al eterului, sînt posibile infinit multe modele mecanice, diferite de primul, şi care îndeplinesc toate acelaşi serviciu ca şi primul. Deci problema construirii unui model mecanic al eterului sau nu admite nici o soluţie, sau admite infinit multe, ceea ce nu poate conduce la găsirea unei soluţii unice. În introducerea din volumul întîi al lucrării sale *Electricitate şi optică* din 1890, în care demonstrează teorema sa, Poincaré scrie: „Dacă un fenomen comportă deci o explicaţie mecanică completă, el comportă o infinitate de astfel de explicaţii, care vor da seamă tot atît de bine de toate particularităţile revelate de experienţă... Între toate aceste explicaţii posibile, cum să se facă o alegere pentru care dă greş ajutorul experienţei ? Poate că va veni o zi în care fizicienii nu vor mai manifesta interes pentru aceste probleme inaccesibile metodelor pozitive (adică metodelor ştiinţelor pozitive — *R.R.)* şi le vor abandona...“ [1].

---

[1] Christian Huygens, *Traité de la lumière*, chap. 1, Leyde, 1960, p. 36.

În concluzie, fenomenele electromagnetice sînt coordonate fenomenelor mecanice şi sînt ireductibile la acestea.

După ce a eşuat astfel *mecanicismul direct* în fizică, s-a încercat şi un *mecanicism răsturnat*, adică, de exemplu, să se reducă toate fenomenele fizice, inclusiv cele mecanice, la fenomene electromagnetice. Una din fazele de dezvoltare a teoriei electronilor, promovată în principal de Hendrik Antoon Lorentz, reprezintă această încercare ; ea se baza în principal pe posibilitatea de interpretare a masei inerte ca mărime universal proporţională cu energia electromagnetică, mărime fundamentală a electromagnetismului, la care s-ar reduce astfel mărimea fundamentală a dinamicii, pe care o reprezintă masa inertă. Dezvoltarea teoriei relativităţii a arătat însă, în teorema echivalenţei dintre masă şi energie, că masa pe care un sistem fizic o are într-un moment dat e egală cu cîtul sumei instantanee a energiilor de toate formele, pe care le are sistemul, prin pătratul vitezei luminii în vid, şi că, deci, după principiul proporţionalităţii universale, masa inertă nu e reductibilă la o mărime exclusiv electromagnetică, ci ar trebui să fie o mărime de *toate* naturile pe care le poate avea energia, aşa că încercarea de mecanicism răsturnat din teoria electronilor nu poate să se sprijine pe argumente valabile. Numai împrejurarea că viteza luminii în vid e foarte mare împiedicase pe fizicieni să măsoare infima creştere pe care trebuie să o sufere (conform teoremei echivalenţei) masa unui corp cînd acesta primeşte o cantitate de energie de ordinul celor ce se pot pune în joc cu mijloace fizice curente, înainte ca teoria relativităţii să le fi sugerat experienţe de mare precizie, pentru a o măsura (şi a verifica astfel această teoremă). Împrejurarea că şi în conformitate cu teoria relativităţii generale (care este în principal o teorie a gravitaţiei) masa inertă e proporţională cu energia de *toate* formele arată că, prin principiul ei referitor la echivalenţa dintre masa grea şi masa inertă, această teorie nu face o reducere a gravitaţiei la mecanica în sens restrîns, ci realizează de fapt o sinteză a acestor două ramuri ale fizicii clasice prerelativiste, în care fiecare dintre ele suferă o transformare profundă.

Încercarea, deşi nereuşită, a fizicienilor de a reduce fenomenele fizice la fenomenele unei singure ramuri a ei a găsit imitatori printre biologi, sociologi şi filozofi. Unii dintre aceştia apără teza că toate mărimile şi proprietăţile necesare pentru descrierea şi enunţul legilor fenomenelor biologice ar putea fi reduse la proprietăţile şi mărimile fizice cunoscute, cum şi teza că şi fenomenele sociale ar fi reductibile la fenomene biologice şi fizice, adică, în ultimă instanţă, la fenomene fizice; ei nu pot aduce însă pentru această teză vreo probă experimentală sau valabilă teoretic, care să fie în acord cu lipsa de implicaţii asupra naturii proprietăţilor primitive care intervin (direct sau indirect) în legile de stare şi de desfăşurare din aceste domenii de cercetare. În opoziţie cu aceasta, materialismul dialectic apără teza că fenomenele biologice, respectiv sociale, nu sînt reductibile la fenomene fizice, respectiv biologice şi fizice. De atunci încercarea de reducere a fenomenelor unui domeniu la fenomenele altui domeniu, cînd această reducere nu e posibilă fiindcă este în opoziţie cu proprietăţile lumii obiective — cum este cazul încercărilor combătute de materialismul dialectic —, se numeşte *mecanicism,* prin lărgirea semnificaţiei pe care o avea termenul mecanicism în fizică.

---

[1] Henri Poincaré, *Electricité et optique. I, Les théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière*, 1890, p. XIV şi XV.

7. *Cauzalitate dinamică şi cauzalitate statistică în fizica clasică.* Pentru precizarea problemelor cauzalităţii în fizică prezintă interes împărţirea mărimilor în două clase: mărimi dinamice şi mărimi statistice.

La începutul dezvoltării fizicii, mărimile au fost descoperite şi introduse în această ştiinţă pe baza studiului macroscopic, adică la scara posibilităţii de observare directă sau la microscop a fenomenelor fizice. Cînd cercetarea a progresat în direcţia studiului fenomenelor în dimensiuni tot mai mici — moleculare, atomice sau subatomice —, s-a pus problema dacă unele dintre speciile de mărimi introduse pe baza cercetării macrofizice sînt sau nu sînt consistente — şi în ultimul caz nu mai sînt aplicabile în domeniul microfizic; de exemplu în domeniul subatomic. S-a pus adică problema dacă mai există şi în domeniul microfizic toate proprietăţile speciale pe care le reprezintă mărimile descoperite pe baza cercetării macrofizice. Cercetarea mai detaliată a arătat că printre speciile de mărimi macrofizice există în adevăr şi unele care sînt inconsistente în domeniul microfizic.

Mărimile care au consistenţă şi în domenii microfizice se numesc *mărimi dinamice.* Masa, lungimea, durata şi deci viteza, impulsul şi energia cinetică sînt mărimi (mai precis, specii de mărimi) dinamice, în sensul că au existenţă, de exemplu, şi pentru molecule sau atomi, sau pentru particulele corporale elementare.

Temperatura termodinamică este una dintre mărimile inconsistente în microfizic. Fizicienii au reuşit să arate că moleculele cu un anumit număr de grade de libertate ale unui corp care are o anumită temperatură termodinamică se găsesc în mişcare dezordonată şi că temperatura termodinamică a unei mici porţiuni de corp este o mărime proporţională cu energia cinetică (mărime dinamică) ce revire în medie fiecărui grad de libertate al moleculelor, corespunzătoare acestei mişcări dezordonate, care se numeşte şi agitaţie termică. Pentru ca să existe o astfel de valoare medie a energiei cinetice, care să nu fluctueze sensibil, trebuie să se considere însă o durată destul de lungă şi o porţiune destul de mare din corp, care să mai conţină, de exemplu, încă multe mii de molecule. Temperatura termodinamică este deci o mărime care e consistentă numai pentru o astfel de porţiune, destul de mare ; deci, de exemplu, un electron nu are într-un moment dat temperatură termodinamică, adică nu e nici cald, nici rece şi nici de temperatură mijlocie, potrivită. Se spune că temperatura termodinamică e o mărime macroscopică, statistică, obţinută printr-o efectuare de medie (mediere) macroscopică şi deci neextrapolabilă, inexistentă, în domeniul microfizic. Starea macroscopică a unui corp, caracterizată printr-o anumită temperatură, poate fi realizată prin mai multe mulţimi de evenimente de stare microscopice (date prin energii cinetice sau prin viteze) ale diferitelor lor molecule. La temperatură termodinamică dată, evenimentele individuale sînt întîmplătoare, aleatorii ; numai valoarea medie, considerată mai sus, a energiei cinetice e determinată de această temperatură şi nu energia cinetică instantanee a fiecărei molecule în parte, care poate prezenta o fluctuaţie. Se observă însă că o mulţime dată de evenimente de stare microscopice date determină univoc starea macroscopică corespunzătoare. Corespondenţa dinspre evenimentele de stare microscopice spre starea macroscopică e deci *univocă,* însă corespondenţa în sens contrar, dinspre macroscopic spre microscopic, e *neunivocă.* În general, mărimile ale căror valori determină univoc numai starea statistică a unui sistem, fără a determina univoc evenimentele de stare microfizice individuale corespunzătoare ale elementelor lui, pot fi *mărimi statistice.*

Condiţiile exacte în care există mărimi statistice şi definiţia acestor mărimi importante în macrofizică şi în special în microfizică se formulează corect în statistica matematică, ştiinţă bazată pe calculul probabilităţilor, în care se operează cu mărimi legate de probabilitate. Aceasta este o mărime numerică nulă sau pozitivă şi cel mult echiunitară, asociată în anumite condiţii globale unor evenimente. Prin *evenimente* de o anumită specie, în semnificaţia din calculul probabilităţilor, se înţelege apariţia anumitor *caracteristici* de o aceeaşi specie (cum sînt valorile speciilor energie, coordonate generale, sau impulsuri generale, sau diferitele culori ale speciei culoare) la *elemente* de o aceeaşi categorie (cum sînt moleculele, zarurile, bilele) şi susceptibile în general de mai multe specii de caracteristici, cînd se efectuează cu aceste elemente, în anumite *condiţii* (globale) *egale*, *probe* (experimente) repetabile indefinit (cum sînt măsurările uneia dintre speciile de mărimi ale moleculelor, aruncările cu zarurile sau extracţiile bilelor dintr-o urnă). În calculul probabilităţilor interesează acele clase de condiţii (globale) egale de efectuare a probelor cu elementele, care sînt destul de largi pentru a *nu* determina univoc, în mod necesar, apariţia sau neapariţia evenimentului din specie la efectuarea fiecăreia dintre probe, — şi se consideră cazul special al acelei subclase de astfel de condiţii de efectuare a probelor, care are următoarele două proprietăţi : există un *număr exact*, bine determinat, nul sau pozitiv şi cel mult echiunitar, specific fiecărui eveniment distinct al speciei considerate, astfel încît valoarea absolută a diferenţei dintre acest număr şi fracţiunea de probe la care apare evenimentul (numită *frecvenţa relativă* a acestuia) e mai mică decît un număr nenul şi oricît de mic, dacă e destul de mare numărul total de probe care formează mulţimea ordonată în care se determină frecvenţa relativă ; acest număr specific există şi are pentru evenimentul considerat aceeaşi valoare ca în mulţimea ordonată iniţială chiar şi cînd e calculat în oricare dintre submulţimile ordonate formate dintr-un număr tot indefinit de probe, care se pot extrage succesiv din mulţimea ordonată iniţială, extracţia fiind făcută fără regulă, sau după orice regulă în care se foloseşte numai poziţia pe care o au probele în aceasta (şi deci regula e independentă de evenimentele care au apărut la diferitele probe). În aceste condiţii globale de efectuare a probelor, şi numai în acestea, evenimentele speciei considerate se numesc *evenimente aleatorii* în raport cu condiţiile globale, mulţimea acestor evenimente (adică sfera speciei) se numeşte *cîmp de evenimente*, numărul specific exact, indicat mai sus, asociat fiecărei specii de eveniment aleatoriu se numeşte *probabilitatea* lui în cîmpul considerat, iar mulţimea evenimentelor aleatorii ale cîmpului, afectate de probabilităţile lor respective, se numeşte *repartiţia statistică* a acestor evenimente în cîmpul lor ; în condiţiile arătate, mulţimea ordonată a probelor (în număr indefinit) o numim *colectiv statistic*, iar mulţimea elementelor purtătoare a caracteristicilor ce determină evenimentele aleatorii o numim *masă statistică*. Dacă elementele unei mase statistice sînt, în particular, sisteme fizice, se pot considera probe făcute simultan şi în condiţii de efectuare egale asupra masei statistice formate de sisteme fizice egale şi coexistente în spaţiu (cum ar fi măsurarea simultană a vitezelor moleculelor egale ale unui gaz), şi în acest caz colectivul statistic al probelor se numeşte *colectiv spaţial ;* se pot considera însă şi probe făcute succesiv şi în condiţii de efectuare egale asupra masei statistice formate de un singur sistem fizic (cum ar fi măsurarea în momente succesive a vitezei aceleiaşi molecule, care formează singură masa statistică) şi în acest caz colectivul statistic al probelor se numeşte *colectiv temporal.* —

O mărime dinamică reală, variabilă, care ia cîte o valoare bine determinată la realizarea fiecărui eveniment aleatoriu al unei specii se numeşte *variabilă aleatorie.* Energia, coordonatele generale şi impulsurile generale sînt exemple de mărimi susceptibile de a fi variabile aleatorii. Mulţimea valorilor unei variabile aleatorii, afectate de probabilităţile evenimentelor speciei la care ele se referă, se numeşte *repartiţia statistică* a variabilei aleatorii în cîmpul de evenimente, respectiv în colectivul statistic la care se referă.

Repartiţia statistică a unei variabile aleatorii *continue* m e determinată de valorile, în general infinitezimale, pe care le are probabilitatea evenimentelor aleatorii din specie şi care corespund diferitelor ei intervale infinitezimale posibile m, $m+\mathrm{d}m$; repartiţia statistică a unei astfel de variabile aleatorii poate fi caracterizată prin *densitatea de probabilitate,* mărime în general dependentă de această variabilă şi care, înmulţită cu creşterea infinitezimală $\mathrm{d}m$ a acesteia, reprezintă probabilitatea evenimentelor aleatorii din specie, corespunzătoare intervalului $m...m+\mathrm{d}m$. Dacă fiecare eveniment aleatoriu al speciei e determinat abia de valorile pe care le au la realizarea lui n mărimi reale şi variabile independent : $m_1, m_2,...,m_n$, numite iarăşi variabile aleatorii, repartiţia acestora în colectivul statistic la care se referă poate fi caracterizată de asemenea printr-o densitate de probabilitate, mărime dependentă în general de toate variabilele aleatorii şi care, înmulţită cu produsul $\mathrm{d}m_1, \mathrm{d}m_2,... \mathrm{d}m_n$ al creşterilor tuturor acestor variabile, reprezintă probabilitatea evenimentelor, adică probabilitatea valorilor aleatorii m_i de a fi cuprinse simultan respectiv în intervalele m_i , $m_i+\mathrm{d}m_i$, indicate mai sus. „Spaţiul“ simbolic determinat de variabilele aleatorii formează în acest caz cîmpul de evenimente.

Suma produselor dintre valorile unei variabile aleatorii şi probabilităţile lor, presupuse că există, extinsă asupra întregului interval în care poate varia această variabilă, este o mărime (exactă) care se numeşte *valoarea medie* a ei. Diferenţa dintre valoarea variabilei aleatorii corespunzătoare unui anumit tip de eveniment aleatoriu şi media ei se numeşte *abaterea* variabilei aleatorii pentru acel tip de eveniment, iar suma totdeauna pozitivă a produselor dintre pătratele valorilor abaterilor (abaterea este de asemenea o variabilă aleatorie) şi probabilităţile tipurilor de evenimente la care se referă aceste valori, extinsă asupra întregului interval în care poate varia abaterea, este o mărime (exactă) care se numeşte *fluctuaţia* variabilei aleatorii iniţiale, la care se referă abaterea. Valorile unei variabile aleatorii se grupează deci cu atît mai strîns în jurul valorii ei medii, cu cît fluctuaţia ei e mai mică, şi la un număr indefinit de probe ea poate lua „aproape totdeauna" numai valoarea ei medie, exactă, în cazul excepţional în care fluctuaţia ei e nulă. Pe baza unei repartiţii cu fluctuaţie nenulă nu se poate prevedea deci pentru „aproape totdeauna" rezultatul exact al unei probe efectuate în condiţiile globale care determină colectivul statistic la care se referă repartiţia, ci numai rezultatul mediu pentru extrem de multe probe ; rezultatul unei singure probe se poate prevedea pentru „aproape totdeauna" numai pe baza unei repartiţii excepţionale, cu fluctuaţie nulă. Repartiţia statistică indică deci ceea ce e probabil, nu ce e realizat actual, efectiv. Valoarea medie a unei variabile aleatorii reprezentate de o mărime dinamică corespunzătoare elementelor unui colectiv spaţial sau temporal este o medie care nu mai priveşte deci fiecare dintre elemente, ci însuşi colectivul, şi se numeşte *mărime statistică*. În cazul colectivelor spaţiale, mărimea statistică este şi o *mărime macroscopică*. O mărime statistică există deci numai dacă există probabilitatea privitoare la variabila aleatorie care intră în expresia valorii medii ce o reprezintă, — şi valoarea ei nu poate fi determinată printr-o singură măsurare (probă) efectuată asupra unui element al masei statistice, ci teoretic numai prin infinit multe măsurări de acest fel, necesare pentru determinarea repartiţiei statistice.

Din probele constituind colective de plecare se pot deriva alte probe, care constituie colective derivate din cele de plecare, iar evenimentele derivate, corespunzătoare noilor probe, constituie cîmpuri de evenimente derivate din cîmpurile de plecare. Problema fundamentală a *calculului probabilităţilor* consistă în calculul repartiţiilor statistice ale evenimentelor derivate în cîmpurile, respectiv în colectivele statistice derivate, în funcţie de repartţiile, presupuse cunoscute, ale evenimentelor de plecare în cîmpurile, respectiv în colectivele statistice de plecare. Determinarea efectivă a repartiţiilor în cîmpurile, respectiv în colectivele statistice de plecare şi nederivabile unele din altele, nu face însă parte din calculul probabilităţilor, ci din ştiinţa naturii (sau societăţii) în care se aplică acest calcul (ştiinţă care trebuie să rezolve această problemă prin metodele ei), aşa cum măsurarea efectivă a lungimilor a două laturi şi a unghiului dintre ele, care se dau geometrului spre a construi cu ele un triunghi, nu face parte din geometria matematică, ci dintr-o ramură a fizicii (geometria fizică). Una dintre problemele fundamentale ale *statisticii matematice* consistă în a pleca de la o mulţime ordonată de probe, în număr indefinit, împreună cu valorile corespunzătoare ale variabilelor aleatorii, şi în a determina fie un colectiv statistic, respectiv un cîmp de evenimente aleatorii de plecare, şi avînd o repartiţie cunoscută, cu care e identic sau din care poate fi derivat, fie mai multe colective statistice, respectiv cîmpuri de evenimente statistice de plecare, şi avînd repartiţii cunoscute, din care poate fi derivat colectivul probelor cari se examinează, respectiv cîmpul de evenimente aleatorii corespunzătoare.

Un eveniment sau un fenomen în a cărui descriere trebuie să intervină şi — sau exclusiv — mărimi statistice se numeşte eveniment, respectiv fenomen statistic (în raport cu condiţiile globale de efectuare a probelor la care se referă mărimile statistice) ; dacă descrierea se poate face direct (adică fără intervenţia probabilităţilor) şi numai cu ajutorul mărimilor dinamice, evenimentul, respectiv fenomenul, se numeşte dinamic. Starea termică a unui corp este deci o stare statistică, iar diferitele clase de stări individuale (microfizice) instantanee pe care le pot avea concomitent microparticulele lui sînt stări dinamice. O aserţiune univocă despre o mărime de stare dinamică aparţinînd unei microparticule este deci şi aserţiune univocă despre starea microfizică individuală, din clasa respectivă, a microparticulei, pe cînd o aserţiune univocă despre mărimi de stare statistice este o aserţiune neunivocă despre stări microfizice individuale ale ei ; ea este numai o aserţiune statistică despre stări microfizice, de anumite probabilităţi, ale microparticulei (respectiv ale microparticulelor egale cu ea).

O lege din fizică exprimată printr-o relaţie exactă în care intervin numai mărimi dinamice se numeşte *lege dinamică*, iar una, exprimată de asemenea printr-o relaţie exactă, în care intervin însă şi mărimi statistice sau exclusiv mărimi statistice, se numeşte *lege statistică*. Legile dinamice exprimă deci dependenţe univoce între evenimente dinamice, iar legile statistice pot exprima dependenţe univoce numai între evenimente statistice. Legea de mişcare a punctului material şi legile de conservare a masei, impulsului, energiei sau sarcinii electrice din fizica clasică sînt exemple de legi dinamice. Legea lui Fourier referitoare la conducţia căldurii, ca şi cel de-al doilea principiu al termodinamicii, sînt exemple de legi statistice. Legile statistice au particularitatea că mărimile dinamice privind procesele individuale prezintă, față de valorile statistice (mediile) date de legi, abateri care nu sînt date de *aceste* legi și deci o fluctuație caracteristică fenomenelor de masă, care lipsește în cazul legilor dinamice. Deci caracterul statistic al unei legi se poate dovedi prin punerea în evidență a fluctuației.

Înainte de inițierea cercetării microfizice, fizicienii erau de părere că toate mărimile fizice sînt mărimi dinamice și că deci toate legile fizicii sînt legi dinamice. Abia după dezvoltarea cercetării microfizice s-a descoperit că unele dintre mărimile fizice, cum sînt temperatura și entropia, au caracter statistic și că pot să existe deci și legi statistice.

În prima fază a cercetării legilor statistice s-a presupus însă că există legi dinamice care determină exact, în fiecare caz în parte, evenimentele individuale, elementare. Dacă există atîtea legi dinamice elementare, încît acestea determină univoc toate stările (dinamice) microfizice viitoare în funcție de starea (dinamică) microfizică inițială a unui sistem fizic izolat, acest fapt e echivalent cu afirmația că orice eveniment (dinamic) microfizic e univoc determinat de sistemul de evenimente (dinamice) microfizice cari constituie starea inițială. Afirmația existenței tuturor legilor dinamice elementare amintite implică deci afirmația valabilității principiului cauzalității corespunzătoare în natură, numită *cauzalitate dinamică*, sau *mecanicistă*, sau *laplaciană*.

Laplace a fost primul om de știință care a dat o formulare precisă principiului cauzalității dinamice în fizică, și anume în introducerea tratatului său de *Calculul probabilităților*, introducere care reprezintă dezvoltarea unei conferințe pe care a ținut-o în 1795, după ce, împreună cu Lagrange, fusese numit de Convențiunea Franceză profesor de matematici la École normale. Laplace a încercat să întemeieze teoria probabilităților pe deosebirea dintre cunoașterea completă și cunoașterea incompletă a condițiilor inițiale și s-a exprimat cum urmează despre ce se înțelege prin cunoașterea completă a lumii : „O inteligență care, într-un moment dat, ar cunoaște toate forțele care acționează în natură și situația respectivă a lucrurilor care o compun“ (adică și pozițiile și impulsurile punctelor materiale care o compun), „dacă ar fi destul de vastă pentru a supune analizei aceste date, ar putea cuprinde într-o aceeași formulă mișcările celor mai mari corpuri din univers și cele ale celui mai ușor atom ; nimic nu ar fi nesigur pentru ea, și viitorul, ca și trecutul, ar fi prezent în fața ochilor ei. În perfecțiunea pe care a știut să o dea astronomiei, spiritul uman oferă o slabă schiță a acestei inteligențe... Toate eforturile lui în căutarea adevărului tind să-l apropie fără încetare de inteligența pe care am înfățișat-o, de care va rămîne însă totdeauna infinit de departe“. Laplace a introdus inteligența supraomenească numai pentru a ușura formularea; el era convins că s-ar putea da o formulare și fără intervenția acestei inteligențe. Se cunoaște doar anecdota în care, la întrebarea lui Napoleon cu privire la rolul lui Dumnezeu în mecanica cerească a lui Laplace, acesta răspunde : „Sire, nu am nevoie de această ipoteză“. Cum a enunțat Laplace, în conformitate cu formularea dată, dacă se consideră universul ca sistem fizic izolat, „starea (dinamică) actuală a universului este efect al oricărei stări (dinamice) anterioare și cauză a oricărei stări (dinamice) viitoare a lui“.

Pentru a putea aplica însă în concret unui sistem fizic principiul cauzalității dinamice, e esențial ca sistemul să prezinte *toate* mărimile dinamice care determină univoc starea lui dinamică, drept proprietăți consistente concomitent în aceleași locuri, și deci, în principiu, măsurabile concomitent. Precizia cu care se poate efectua o astfel de măsurare simultană, de exemplu a vectorilor de poziție și a impulsurilor particulelor din care sînt formate corpurile, e limitată practic de precizia pe care o au instrumentele de măsură ; dar nici o lege a fizicii clasice nu împiedică sporirea indefinită a acestei precizii. Dacă tezele acestei fizici sînt strict valabile, imposibilitatea de a măsura exact, concomitent, toate mărimile care determină starea unui sistem fizic într-un moment dat este deci numai o imposibilitate tehnică și nu una principială, — și deci nu are o semnificație teoretică deosebită.

Dacă ar fi realizat în lumea obiectivă principiul cauzalității dinamice, legile statistice s-ar folosi numai fiindcă, practic, nu ne putem informa complet despre condițiile microfizice inițiale, pe care ar trebui să le cunoaștem exact pentru a putea deduce, cu ajutorul legilor dinamice, comportarea microfizică viitoare exactă a sistemului izolat studiat ; de asemenea, legile statistice s-ar folosi fiindcă, practic, nu reușim să calculăm tot ce rezultă, pe baza legilor microfizice dinamice, din prea numeroasele condiții inițiale, presupuse cunoscute. Am arătat că în prima fază a cercetării legilor statistice s-a și considerat că acestea sînt simple *teoreme* privitoare la comportarea globală, rezultînd adică prin deducție logică din legile dinamice existente, privitoare la toate procesele elementare, — și anume în cazul unor clase de condiții microfizice inițiale și pe frontieră date incomplet, doar prin condiții macroscopice și nedeterminînd deci univoc evenimentele microfizice viitoare, care ar fi aleatorii în raport cu aceste condiții. Deci se considera că toate legile statistice ar fi complet reductibile la legi dinamice, legile tuturor fenomenelor fizice fiind, în fond, legi dinamice.

De exemplu, în cadrul *mecanicii statistice,* fizicienii au încercat să deducă legile statistice ale fenomenelor macroscopice de natură mecanică şi termică din corpurile (sistemele mecanice sau sistemele de puncte materiale) care apar continue în cercetarea macroscopică, drept simple teoreme derivate din legile dinamice ale mecanicii, aplicate microparticulelor (moleculelor etc.), ale căror roiuri (mase statistice) formează aceste corpuri. Am arătat însă că mărimile statistice, care intervin în legile statistice şi nu mai privesc microparticulele individuale, există şi sînt deci definibile — în funcţie de variabilele (dinamice) aleatorii şi în raport cu condiţiile de stare macroscopică (globală) în care sînt puse corpurile — numai dacă există densitatea de probabilitate a acestora, în dependenţă de înseşi valorile lor. Or, în mecanica statistică se aleg, ca variabile (dinamice) aleatorii de plecare, coordonatele generale şi impulsurile generale ale sistemului mecanic care se studiază şi cari formează spaţiul de faze al sistemului, toate celelalte proprietăţi mecanice ale sale putînd fi exprimate în funcţie de aceste mărimi, respectiv în funcţie de punctul figurativ din spaţiul de faze pe care-l determină aceste mărimi. Pentru a dovedi existenţa de mărimi statistice şi a indica expresia lor, trebuie să se demonstreze deci în mecanica statistică existenţa şi să se determine expresia, în funcţie de variabilele aleatorii de plecare şi de timp, a densităţii probabilităţii de prezenţă a stărilor microfizice ale fiecărui sistem mecanic izolat, în diferitele elemente de volum ale spaţiului său de faze, cînd sistemul ar fi adus de un număr indefinit de ori într-o aceeaşi stare macroscopică iniţială. Încercarea de a *deduce* această expresie, ca teoremă, exclusiv din legile *dinamice* ale mecanicii, aplicate microparticulelor, a constituit deci o problemă fundamentală a mecanicii statistice.

Matematicianul Liouville a demonstrat o teoremă bazată exclusiv pe legile dinamice ale mecanicii clasice, din care rezultă că densitatea de volum fazic a probabilităţii de prezenţă a stării oricărui sistem mecanic izolat, în punctul din spaţiul său de faze care-i reprezintă starea într-un moment oarecare, e egală cu valoarea pe care o avea această densitate în momentul iniţial, în punctul din spaţiul său de faze care-i reprezenta starea în momentul iniţial. Din teorema lui Liouville rezultă deci că legile dinamice ale mecanicii clasice determină univoc densitatea considerată, în orice moment, în funcţie de densitatea în momentul iniţial, pe care o lasă însă nedeterminată, adică determină singure vehicularea univocă în timp, de către variabilele dinamice aleatorii, a oricărei repartiţii statistice iniţiale date. Dacă se poate deduce din aceleaşi legi şi repartiţia instantanee corespunzătoare unei stări macroscopice instantanee date, legile dinamice aplicate sistemelor microfizice care constituie corpurile determină deci singure, indirect şi univoc, evoluţiile macroscopice trecute şi viitoare ale acestora în funcţie de stările lor macroscopice iniţiale, adică permit să se stabilească şi *teoreme statistice* privind *desfăşurarea.* Fizicianul L. Boltzmann a arătat că se poate deduce şi expresia pe care o are într-un moment iniţial — şi deci, conform teoremei lui Liouville, în orice moment — densitatea de volum fazic a probabilităţii de prezenţă a stării unui sistem mecanic izolat, şi că aceasta depinde numai de energia lui (adică, în condiţii macroscopice date, are aceeaşi valoare în tot volumul fazic cuprins între două hipersuprafeţe de energie infinit vecine din spaţiul de faze al sistemului), dacă e adevărată următoarea propoziţie, numită *propoziţia ergodicităţii :* traiectoria fazică a oricărui sistem mecanic izolat trece cu timpul prin toate stările sale în care are aceeaşi energie ca în starea sa iniţială (adică traiectoria sa fazică, prelungită indefinit pentru trecut şi viitor, trece prin orice punct al hipersuprafeţei sale de energie). Definind mărimi statistice cu ajutorul densităţii probabilităţii de stare care rezultă din propoziţia ergodicităţii şi dîndu-le interpretări fizice adecvate, fizicienii au reuşit, cu ajutorul calculului probabilităţilor şi al statisticii matematice, să deducă drept simple teoreme — din legile dinamice ale mecanicii aplicate microparticulelor — nu numai legile statistice ale mecanicii mediilor continue, ci şi legile de natură statistică ale teoriei căldurii, cu rezultate de detaliu importante în special în cazul gazelor. În contrast cu aceste mari succese ale consecinţelor ei statistice, matematicienii şi fizicienii nu numai că nu au reuşit să demonstreze propoziţia ergodicităţii, dar au reuşit să demonstreze cu ajutorul teoriei mulţimilor că această propoziţie e falsă dacă legile dinamice ale mecanicii sînt adevărate, cu alte cuvinte că e incompatibilă cu aceste legi ale mecanicii. Fizicienii au arătat apoi că toate consecinţele statistice ale ipotezei eronate a ergodicităţii rămîn valabile dacă e adevărată şi numai următoarea propoziţie, care are implicaţii mai puţin cuprinzătoare decît propoziţia ergodicităţii şi e compatibilă cu legile dinamice ale mecanicii : orice sistem mecanic izolat trece cu timpul prin stări oricît de apropiate de oricare stare a sa în care are aceeaşi energie ca în starea iniţială (adică traiectoria fazică a oricărui sistem mecanic izolat, prelungită indefinit pentru trecut şi viitor, se apropie oricît de mult de oricare dintre punctele hipersuprafeţei sale de energie). Matematicienii şi fizicienii nu au reuşit să demonstreze însă cu ajutorul legilor dinamice ale mecanicii nici această propoziţie, numită *propoziţia cvasiergodicităţii.*

Propoziţia fiind compatibilă cu aceste legi ale mecanicii, există două alternative: ori depinde de aceste legi, adică e demonstrabilă ca *teoremă* cu ajutorul lor, şi în acest caz toate legile fenomenelor mecanice şi termice (inclusiv legile statistice) sînt, respectiv derivă, exclusiv din legi micromecanice dinamice, care sînt deci suficiente pentru rezolvarea problemei propuse; ori e independentă de ele, adică acestea sînt insuficiente pentru rezolvarea problemei, şi în acest caz propoziţia trebuie să fie şi enunţată ca *lege* independentă de legile dinamice ale mecanicii, pe care trebuie să le completeze în scopul propus, ca *„ipoteză"* sau ca *lege a cvasiergodicităţii,* care este o lege statistică, iar legile statistice ale mecanicii şi teoriei căldurii nu mai derivă exclusiv din legile dinamice ale micromecanicii clasice. Situaţia e asemănătoare în raportul dintre legile statistice ale teoriei macroscopice a fenomenelor electrice şi magnetice, de o parte, şi legile dinamice ale teoriei electronilor, de altă parte. Independent de alternativă, *funcţiunea,* suplimentară faţă de legile dinamice, pe care o are propoziţia cvasiergodicităţii nu este aceea a unei propoziţii privind desfăşurarea, fiindcă evoluţia e complet determinată de legile dinamice de evoluţie, ci este aceea a unei *propoziţii de stare,* care, la stare macroscopică dată, stabileşte repartiţia statistică iniţială, pe care teorema lui Liouville o lasă nedeterminată.

Fizicienii care au acceptat prima alternativă arătată mai sus au apărat teza că, dacă încă nu s-a reuşit ca prin demonstrarea propoziţiei cvasiergodicităţii să se reducă legile statistice ale unor fenomene exclusiv la legi dinamice, această operaţie va reuşi în viitor, fie cu ajutorul legilor şi mărimilor dinamice cunoscute, fie cu ajutorul unor legi şi mărimi (variabile aleatorii) dinamice încă necunoscute, care vor fi descoperite în viitor. Fizicienii care au acceptat cea de-a doua alternativă au apărat teza că există, ca lege statistică independentă de legile dinamice şi completivă faţă de ele, cel puţin o lege a fizicii privitoare la probabilitate, respectiv privitoare la densitatea de probabilitate (sau referitoare la repartiţia statistică într-un cîmp de evenimente); după ei, această lege statistică independentă, primară, trebuie să fie stabilită *experimental,* pe bază de probe repetate de destule ori în vederea determinării frecvenţelor relative. După primii, legile statistice sînt *nereduse* exclusiv la legi dinamice; după ultimii, legile statistice sînt *ireductibile* exclusiv la legi dinamice. Iată opinia conformă cu prima concepţie, pe care o avea Max Planck acum o jumătate de secol : „Dacă probabilitatea ca un eveniment determinat că fie urmat de un alt eveniment determinat este $^1/_2$, aceasta nu înseamnează că nu se ştie absolut nimic despre survenirea celui de-al doilea eveniment, ci prin aceasta se afirmă că, din toate cazurile în care se produce primul eveniment, chiar în 50% survine evenimentul al doilea şi că acest raport procentual se stabileşte cu atît mai precis, cu cît se consideră cazuri mai multe". „Pentru a putea stabili aserţiuni atît de largi, este nevoie de supoziţii foarte cuprinzătoare, şi astfel se înţelege că în fizică e posibil calculul exact al unor probabilităţi numai dacă se pot accepta legi exclusiv dinamice pentru cele mai elementare acţiuni, adică în microcosmul extrem" [1].

Pe măsura trecerii timpului, opiniile fizicienilor s-au deplasat însă spre cea de-a doua alternativă. Iată, de exemplu, opinia de acum trei decenii a lui Max Born, care era aderent al celei de-a doua concepţii : „Calculul elementar al probabilităţilor pleacă de la ipoteza că există temeiuri pentru a considera anumite cazuri (evenimente) ca egal de probabile şi deduce de aici probabilitatea unor combinaţii complicate... Acestui fapt îi corespunde şi procedarea fizicii : trebuie ca ea să facă o ipoteză asupra unei repartiţii statistice de plecare — dacă a posibil, asupra unor cazuri egal probabile — şi trebuie să se străduiască să arate că, pînă la urmă, pentru fenomenele observabile nici nu prezintă importanţă alegerea repartiţiei statistice de plecare. Ambele puncte ni se prezintă în mecanica statistică : se procedează la o împărţire a spaţiului de faze în celule de probabilităţi egale, folosind ca ghid doar vreo cîteva propoziţii generale de mecanică (principiul de conservare a energiei, teorema lui Liouville); în paralel cu aceasta merge străduinţa de a transforma această statistică de «colectiv spaţial» într-o statistică de «colectiv temporal», cu scopul de a scăpa de caracterul arbitrar al împărţirii în celule. Ipoteza ergodică (de fapt, cvasiergodică. — *R.R.)* ce serveşte în acest scop şi care enunţă că în cursul timpului orice sistem trece de la sine cu frecvenţe egale prin toate celulele este însă doar o ipoteză şi va rămîne cu bine ipoteză" [2]. — Chiar şi în această de-a doua concepţie, legile de *desfăşurare* rămîneau deci toate în fond dinamice, iar fizica avea nevoie de o lege statistică numai pentru o lege de *stare*, spre a permite, prin combinarea ei cu legile dinamice de desfăşurare, deducerea de *teoreme* statistice privind *desfăşurarea*.

Dezintegrarea spontană a substanţelor radioactive este primul fenomen a cărui cercetare a răsturnat această situaţie şi a condus la formularea unei *legi statistice de desfăşurare,* care a trebuit să fie acceptată fără a se fi descoperit calea pe care ar fi putut fi redusă la legi *dinamice* de desfăşurare (fiindcă nu s-a reuşit să se detecteze variabilele aleatorii dinamice de care ar putea depinde mărimile statistice care intervin în lege). Conform unei prime formulări a acestei legi, în urma dezintegrării radioactive spontane a unui element chimic care are această proprietate, masa lui scade în fiecare unitate de timp cu o aceeaşi fracţiune din masa de element încă nedezintegrat, fracţiunea fiind o mărime constantă, caracteristică numai elementului radioactiv considerat. Fenomenul îşi are originea în interiorul atomului radioactiv, fiindcă e independent de starea sau de combinaţiile chimice în care se găseşte elementul. Era însă imposibil să se admită că masa fiecărui atom în parte al elementului cu radioactivitate spontană scade în fiecare unitate de timp cu fracţiunea amintită, fiindcă această ipoteză este în contradicţie cu constanţa greutăţii atomice, care e verificată experimental. De aceea a trebuit să se admită că ceea ce scade cu o aceeaşi fracţiune în unitatea de timp este numărul de atomi ; cu alte cuvinte, că unii atomi se dezintegrează mai devreme, iar alţii mai tîrziu. Nu existau însă mijloace pentru a putea prevedea care dintre atomi se va dezintegra în viitoarea unitate de timp ; se putea prevedea numai cîţi dintre ei se vor dezintegra. Cum a observat fizicianul E. Schweidler, legea de dezintegrare radioactivă spontană este deci o lege statistică, în sensul că există numai o probabilitate pentru ca un atom actual să se dezintegreze spontan, de exemplu chiar în unitatea de timp care urmează. Dacă experienţa arată însă că un atom nu s-a dezintegrat un anumit timp, el are la sfîrşitul acestuia aceeaşi probabilitate de a se dezintegra ca şi la început, adică nu „îmbătrîneşte", ceea ce arată că dezintegrarea spontană nu depinde de condiţiile fizice prin care a trecut sau în care se găseşte atomul şi determină imposibilitatea detectării variabilelor aleatorii (dinamice), de cari ar fi să depindă această dezintegrare. Faptul că legea dezintegrării radioactive este în adevăr de natură statistică a fost verificat şi măsurînd, prin metode de mare sensibilitate, abaterile pe care le prezintă dezintegrarea reală faţă de media statistică dată de lege şi determinînd în funcţie de ele fluctuaţia corespunzătoare : valorile date de măsurări pentru fluctuaţia numărului de atomi dezintegraţi spontan în unitatea de timp au coincis cu valorile calculate de fizicieni pe baza ipotezei că legea este de natură statistică. O caracteristică singulară a legii dezintegrării radioactive consistă în faptul că în ea nu apar (cel puţin explicit) cauze, de unde şi numirea „dezintegrare spontană".

---

[1] Max Planck, *Wege zur physikalischen Erkenntnis* (conferinţa *Dynamische und statistische Gesetzmässigkeit*, din 1914), 1933, p. 62—63.

[2] Max Born, *Quantenmechanik und Statistik*, în „Die Naturwissenschaften", XV (1927), p. 239.

În această situație nouă, care a survenit încă înainte de constituirea microfizicii noi, cuantice, fizica clasică dispunea deci de două clase de legi de stare și de desfășurare : unele dinamice, iar celelalte statistice și ireductibile (sau cel puțin încă nereduse) la legi dinamice. Potrivit cu aceasta, principiul cauzalității avea două forme de realizare parțială în fizica clasică : una amintită mai sus, ca principiu de cauzalitate dinamică, privind clase întinse de fenomene, și alta ca principiu de *cauzalitate statistică,* după care, pentru clasa de fenomene radioactive, legile dinamice singure sînt insuficiente spre a determina complet starea dinamică viitoare a sistemelor fizice izolate în funcție de starea lor actuală, iar determinația efectelor microfizice (dinamice) la a căror medie se referă cauzalitatea statistică se face numai pînă la abaterile care dau fluctuația.

8. *Legile dinamice în metodele de detectare a proprietăților microobiectelor.* Pregătim problemele complexe privitoare la principiul cauzalității în micromecanică, prezentînd mai întîi metode folosite în detectarea de proprietăți ale microobiectelor cu ajutorul legilor dinamice, iar apoi dualitatea undă-corpuscul pe care experiența arată că o prezintă microobiectele, împreună cu implicațiile ei referitoare la stările lor, urmată de principiul funcțiunii de undă pentru descrierea acestor stări, care sînt neobișnuite pentru sistemele macrofizice, cum și de ecuația lui Schroedinger, legea fundamentală a micromecanicii noi, cuantice, pe care o satisface funcțiunea de undă între două măsurări (exacte). Această pregătire, obositoare pentru cititorul care nu cunoaște microfizica, e necesară fiindcă, fără ea, el nu poate sesiza felul în care fizicienii au fost constrînși ca, sub presiunea datelor experienței, să recurgă la legi de desfășurare de tipul statistic.

Pe baza studiului fenomenelor fizice în dimensiuni relativ mari, în care acestea ni se prezintă în observația directă și care formează obiectul macrofizicii sau al fizicii clasice, sistemele fizice au fost împărțite în două clase : de o parte *corpurile,* care, în clasa de experiențe pe care se baza acea fizică, se comportă ca sisteme fizice discrete de corpuscule, iar de altă parte *radiațiile electromagnetice,* care, în clasa de interacțiuni ale lor cu corpurile pe care se baza acea fizică, se comportă ca sisteme fizice răspîndite continuu în spațiu, capabile să onduleze, numite cîmpuri de unde. În aceste condiții prezintă interes deosebit proprietățile specifice corpusculelor, respectiv specifice cîmpurilor de unde.

Un *corpuscul* este o formație fizică ocupînd în spațiu doar un *mic loc* — teoretic un punct —, starea lui într-un moment dat fiind determinată de cîte o *singură valoare* a fiecăreia dintre mărimile lui de stare, caracteristice. De exemplu, starea lui cinematică în raport cu un referenţial inerţial e determinată prin singura lui rază vectoare faţă de originea referenţialului şi prin singura lui viteză cinematică în raport cu referenţialul, iar starea lui dinamică e determinată prin singura sa rază vectoare faţă de originea unui referenţial inerţial, prin singurul său impuls faţă de acel referenţial şi prin singura sa masă inertă, care-i determină şi energia (conform teoremei relativiste a echivalenţei dintre masă şi energie), — iar din locul pe care-l ocupă, corpusculul se poate deplasa deodată într-o *singură* direcţie, potrivit cu faptul că are o singură viteză, aşa încît trebuie ca el să aibă o singură traiectorie. De asemenea, corpusculele nu au capacitatea de a interfera, în sensul că, adăugînd (practic) în acelaşi loc corpuscul la corpuscul, nu se poate obţine lipsă de corpuscule. Spre deosebire de corpuscul, un *cîmp de unde* este o formaţie fizică ocupînd un întreg domeniu din spaţiu, sau chiar întregul spaţiu, starea lui într-un moment dat fiind determinată abia de cîte *o infinitate nenumerabilă de valori,* pe care le are fiecare din mărimile lui caracteristice, în punctele nenumerabile ale domeniilor spaţiului, iar din domeniul pe care-l ocupă, cîmpul de unde se poate propaga deodată în *toate* direcţiile. De asemenea, undele (de caracteristică liniară) au capacitatea de a interfera, în sensul că, adăugînd în acelaşi loc o undă la o alta (de aceeaşi specie şi coerentă cu prima), se poate obţine local şi lipsă de ondulaţie. Corpusculele şi undele sînt deci formaţii fizice contrare, care se exclud una pe alta ; în cazurile cele mai generale, nu e posibilă nici o relaţie biunivocă între starea unui corpuscul şi starea unei unde, — şi un sistem fizic nu poate fi deodată atît corpuscul (sau sistem de corpuscule), cît şi cîmp de unde.

Dintre sistemele fizice, cercetătorii au studiat întîi corpurile, în cadrul mecanicii şi căldurii. Abia după aceea au abordat, o dată cu studiul proprietăţilor electrice şi magnetice ale corpurilor, şi studiul microfizic al cîmpului de unde al radiaţiei electromagnetice, — mai general, al cîmpului electromagnetic. Aceste radiaţii fuseseră descoperite, în fond, prin metoda arătată în capitolul referitor la principiul cauzalităţii şi problemele sistemelor fizice, metodă care serveşte şi pentru detectarea obiectelor fizice foarte mici, inaccesibile observaţiei directe. Studiul cîmpului electromagnetic prezintă interes şi prin folosirea unei metode de cercetare bazată pe existenţa de legi dinamice, care a fost aplicată mai tîrziu sistemelor microfizice : proprietăţile cîmpului electromagnetic au fost stabilite pe baza reacţiunilor dinamice mecanice (însă şi termice şi chimice) ale corpurilor la interacţiunea lor cu cîmpul electromagnetic. Să clarificăm metoda : din legea dinamică de mişcare a corpurilor rezultă că, în orice sistem *izolat* de corpuri în interacțiune mecanică, valorile anumitor specii de mărimi ale sistemului, ca energia, impulsul mecanic şi momentul cinetic, rămîn constante în cursul mişcării ; se spune că aceste specii de mărimi sînt conservative sau că satisfac unele o lege — iar altele o teoremă — de conservare în interacțiunile mecanice din acele sisteme de corpuri. (Observăm de pe acum că oricare dintre legile sau teoremele dinamice de conservare care privesc evoluția sistemelor izolate, adică sînt legi de desfăşurare, ocupă un loc special printre legile şi teoremele fizicii, fiindcă în enunțul lor intervine cîte o *singură* specie de mărimi : specia conservativă.) Experiența arată însă că în cazurile cele mai generale nu se conservă valorile tuturor speciilor de mărimi mecanice care sînt conservative în cursul fenomenelor mecanice din corpuri ; de exemplu, nu se conservă suma vectorială a impulsurilor mecanice ale unor corpuri care sînt în interacțiune cu un cîmp electromagnetic şi care, abia împreună cu acesta, constituie un sistem fizic izolat. În această situație se poate examina dacă există o specie de mărimi ale cîmpului electromagnetic de natura speciei conservative a corpurilor, care să depindă, ca şi aceasta, numai de mărimile lui (dinamice) de stare şi care, adunată cu specia de mărimi conservative ale corpurilor considerate, să aibă proprietatea de a da o sumă constantă şi în cazurile cele mai generale, considerate. În cazul impulsului mecanic studiul arată că se poate demonstra cu ajutorul legilor fenomenelor electromagnetice că există în adevăr o mărime (vectorială) depinzînd numai de mărimile de stare ale cîmpului electromagnetic, care satisface condiția ca, adunată (vectorial) cu impulsurile mecanice ale corpurilor, să dea şi în cazul considerat mai sus o sumă conservativă ; ea se numeşte *impulsul electromagnetic* al acestui cîmp. Se observă că acesta a fost introdus în fizică pe baza unei reacțiuni dinamice a corpurilor în interacțiunile lor cu cîmpul electromagnetic. În cazul sarcinii electrice, mărime de stare conservativă a corpurilor, situația este alta : experiența arată că sarcina electrică a unui sistem de corpuri izolat de altele se conservă, oricare ar fi interacțiunile lor cu cîmpul electromagnetic ; sarcina electrică nu face deci parte din speciile de mărimi (de stare) proprii cîmpului electromagnetic.

Exemplele analizate indică o metodă prin care specii de proprietăți ale sistemelor fizice care nu sînt corpuri se pot descoperi prin intermediul reacțiunilor dinamice ale corpurilor în interacțiunile cu ele, pe bază de propoziții (legi sau teoreme) *dinamice* de conservare din domeniul macroscopic studiat anterior, şi anume pe baza acelora în care intervin proprietăţile din specia respectivă, însă numai cînd datele experimentale (sau legile care le exprimă) arată că valabilitatea acestor legi, respectiv teoreme de conservare, e susceptibilă de a se extinde şi la noile sisteme fizice. Experienţa arată că, dacă emitem, de exemplu, de pe Pămînt un scurt semnal luminos dirijat spre Lună, Pămîntul suferă un mic recul, şi putem încerca să postulăm că semnalul s-a emis cu un impuls (electromagnetic) egal şi de sens contrar cu impulsul (mecanic) de recul primit de Pămînt. Suma dintre impulsurile mecanic şi electromagnetic ale sistemelor Pămînt, semnal luminos şi Lună nu ar fi conservativă, şi deci conceptul de impuls, împreună cu teorema dinamică a conservării acestuia, nu ar fi susceptibilă de extindere şi asupra electromagnetismului dacă la absorpţia semnalului de către Lună, cînd acesta dispare (după ce fusese izolat) şi rămîn iarăşi numai corpurile Pămînt şi Lună, el nu ar imprima Lunii un impuls (mecanic) egal şi de sens contrar cu impulsul (mecanic) de recul, primit de Pămînt la emisiunea semnalului (pentru ca teorema conservării impulsului mecanic să rămînă valabilă după dispariţia semnalului). Numai fiindcă *experienţa* confirmă egalitatea indicată există şi impuls electromagnetic şi e susceptibilă de a fi extinsă valabilitatea teoremei de conservare a impulsului la cazurile cele mai generale, în care intervin, alături de corpuri, şi cîmpuri electromagnetice în interacţiune cu ele. Această metodă a legilor şi teoremelor dinamice de conservare se foloseşte şi pentru a descoperi, *pe baza reacţiunii dinamice a sistemelor macrofizice,* în condiţii fizice date, specii de mărimi dinamice ale microparticulelor, care nu sînt accesibile observaţiei directe, — cum sînt impulsul, energia sau masa lor. Depăşind limitele aplicării stricte a principiului de detectare a proprietăţilor microparticulelor, arătat mai sus, fizicienii pot fi tentaţi însă ca, din lipsă de discernămînt, să atribuie şi noilor sisteme fizice toate *celelalte* specii de mărimi de stare pe care le au sistemele fizice cunoscute în prealabil — şi dinspre care sînt extensibile legile, respectiv teoremele, — iar cînd noile sisteme nu au toate aceste specii de mărimi, graba fizicienilor poate conduce la simularea de dificultăţi în legătură cu principiul cauzalităţii. Exemplificăm mai jos iarăşi pe cazul cîmpului electromagnetic.

În prima fază a cercetării, fizicienii au presupus că radiaţiile electromagnetice, în afară de mărimile de stare care le sînt specifice şi care se numesc intensitatea cîmpului electric şi inducţie magnetică, ar avea şi toate mărimile de stare ale corpurilor, cum sînt masa şi energia, însă şi *viteza cinematică* : teoria mecanicistă, care consideră cîmpul electromagnetic drept mediu (eter) mecanic. În această situație, ei au încercat să formuleze în așa fel legile cele mai generale ale radiației electromagnetice, încît să intervină în ele și viteza ei cinematică, și au încercat să-i măsoare în experimente viteza în raport cu Pămîntul, prin metode care rezultau din această formulare a legilor. Am arătat însă că radiația electromagnetică se comportă în așa fel, încît se sustrăgea în fiecare experiment încercării fizicienilor de a-i măsura viteza cinematică. Judecători grăbiți ai situației ar fi fost tentați să afirme că adevăratele legi ale radiației electromagnetice trebuie să aibă o astfel de formă generală, încît, chiar cînd se dau, în afară de mărimile de stare ale corpurilor, și toate acele mărimi de stare ale radiației care ne sînt accesibile prin experiență, ele lasă totuși nedeterminată una dintre mărimile de stare ale acestei radiații, și anume viteza ei cinematică. Un filozof grăbit ar fi putut trage concluzia că principiul cauzalității nu e realizat în electromagnetism, deoarece valorile mărimilor de stare ale corpurilor și ale radiației care ne sînt accesibile prin experiență nu determină complet valorile viitoare ale tuturor mărimilor de stare ale radiației electromagnetice, prin intermediul legilor acestei radiații; viteza cinematică a radiației rămînea doar complet nedeterminată. Fizicianul A. Einstein nu a fost însă atît de grăbit. Analizînd critic datele experimentale, el a arătat în teoria relativității că, spre deosebire de corpuri, radiația electromagnetică nu e formată din puncte materiale identificabile din nou în orice moment, adică individualizabile, astfel încît să aibă (și deci să li se poată urmări în timp) o evoluție *cinematică*, și că, deci, viteza cinematică nici nu face parte din proprietățile radiației electromagnetice, așa încît aceasta nu e supusă cel puțin acelora dintre legile mecanicii în care, ca în legea de mișcare din dinamică, intervin mărimi de stare cinematică. În cadrul teoriei relativității restrînse, A. Einstein a reușit să formuleze adevăratele legi ale radiației electromagnetice, în care se înțelege că nu intervine nici o viteză cinematică a acesteia. În aceste condiții, impulsul ei electromagnetic, de exemplu, nu e analizabil în produsul dintre o masă inertă și o viteză cinematică, spre deosebire de impulsul mecanic al corpurilor, care e analizabil într-un astfel de produs. Legile relativiste determină însă complet, pe bază de valori ale mărimilor de stare care ne sînt accesibile prin experiență, valorile viitoare ale tuturor mărimilor de stare care aparțin în adevăr radiației electromagnetice, cum sînt intensitatea cîmpului electric și inducția magnetică (însă nu viteza cinematică, ce aparține numai corpurilor), adică în conformitate cu principiul cauzalității. „Emanciparea conceptului de cîmp față de conceptul de purtător corporal face parte din cele mai interesante fenomene intelectuale ale dezvoltării gîndirii fizice" — „Teoria relativităţii ne interzice să presunem eterul (cîmpul electromagnetic) constituit din particule urmăribile în timp"[1], spune A. Einstein. Deci, formulările din teoria prerelativistă a radiaţiei electromagnetice puteau provoca iluzia că principiul cauzalităţii ar putea să nu fie realizat, eventual că ar fi chiar infirmat, numai fiindcă atribuiau acestei radiaţii o proprietate (viteza cinematică) pe care ea nici nu o are. Acest exemplu din evoluţia teoriei cîmpului electromagnetic e instructiv, fiindcă arată că, înainte de a deduce, din legi enunţate cu privire la anumite clase de sisteme fizice, concluzii asupra realizării sau infirmării principiului cauzalităţii, trebuie să fim siguri că toate mărimile de stare care intervin în aceste legi sînt mărimi care aparţin în adevăr acelor clase de sisteme fizice.

O situaţie în parte analogă a survenit în privinţa problemelor cauzalităţii cînd, prin cercetare microfizică, fizicienii au constatat că sistemele microfizice nu se împart net în cele două clase indicate mai sus : clasa sistemelor discontinue şi corpusculare, din care ar face parte numai corpurile, şi clasa sistemelor continue şi ondulatorii, din care ar face parte radiaţia electromagnetică, sau, mai general, cîmpul electromagnetic.

9. *Dualitatea undă-corpuscul a microobiectelor.* Într-o primă etapă a cercetării microfizice, fizicienii au descoperit că, realizînd cu ajutorul corpurilor clase de condiţii fizice extreme, care localizează precis în spaţiu şi situează precis în timp interacţiunile dintre radiaţia electromagnetică şi corpuri, — de exemplu la absorpţia ei de către un atom sau la difuziunea ei de către un atom sau un electron, — radiaţia se comportă în aceste interacţiuni ca şi cînd ar avea o structură discontinuă şi corpusculară, ca şi cînd ar fi formată din *fotoni,* dotaţi cu o anumită energie şi cu un anumit impuls, astfel încît intervine cîte un singur foton în fiecare act elementar de interacţiune. Acest lucru a rezultat clar din două efecte, lămurite abia în secolul nostru : primul este efectul fotoelectric, în care radiaţia electromagnetică monocromatică incidentă, de o frecvenţă care poate fi variabilă, cedează, în acte elementare, cîte unui electron din metalul pe care cade, energia universal proporţională cu această frecvenţă, a cîte unui foton şi liberează astfel electroni din metal ; cel de-al doilea este efectul Compton, în care, în fond, cîte un foton al unei radiaţii electromagnetice monocromatice cedează cîte unui electron practic liber, la ciocnirea cu el, energia sa indicată mai sus şi impulsul său, care e universal proporţional cu valoarea reciprocă a lungimii de undă a radiaţiei. Măsurările

---

[1] Albert Einstein, *Aether und Relativitätstheorie,* 1920, p. 10.

efectuate pentru efectul Compton prezintă importanţă şi fiindcă au arătat că propoziţiile (dinamice) privitoare la conservarea energiei şi impulsului sînt valabile şi pentru fiecare act elementar. Cu toate aceste constatări experimentale, în alte clase extreme de condiţii fizice, pe care le realizaseră de mai demult cu ajutorul corpurilor (şi care practic nu precizau poziţia în spaţiu a radiaţiei electromagnetice şi situaţia ei în timp, ci permiteau propagarea ei oarecum liberă în spaţiu), fizicienii constataseră că aceasta prezintă difracţie în interacţiunea ei cu corpurile şi că fasciculele coerente de radiaţie prezintă şi interferenţă, că adică acestea se comportă ca şi cînd ar avea o structură continuă şi ar fi ondulatorii, putînd forma şi unde monocromatice plane, care durează indefinit şi ocupă întregul spaţiu. Experienţele au permis să se stabilească şi legătura dintre proprietăţi corpusculare şi proprietăţi de unde, pe care un acelaşi cîmp electromagnetic le poate prezenta în diferitele clase de condiţii fizice extreme, în care poate fi pus succesiv; aceasta este legătura indicaă sumar mai sus între energia, respectiv impulsul fotonilor în condiţiile fizice extreme în care un cîmp electromagnetic se comportă ca sistem de fotoni, de o parte, şi frecvenţa, respectiv lungimea de undă în celelalte clase de condiţii fizice extreme, în care acelaşi cîmp se comportă ca undă monocromatică plană, de altă parte. Această legătură dinamică e deci cu totul neaşteptată : energia W_f a unui foton e proporţională cu frecvenţa f a undei electromagnetice monocromatice plane corespunzătoare (relaţia lui M. Planck), iar impulsul fotonului p_f e proporţional cu valoarea reciprocă a lungimii ei de undă λ (relaţia lui L. de Broglie), constanta universală de proporţionalitate din cele două relaţii fiind aceeaşi, şi anume mărimea constantă, extrem de mică, $h=6{,}57.10^{-27}$, ergisecunde, care se numeşte constanta universală a lui Planck, sau *cuanta de acţiune* : $W_f = hf$; $p_f = h : \lambda$. În condiţii fizice cuprinse între cele două extreme considerate mai sus, radiaţia electromagnetică prezintă estompat atît proprietăţi de corpuscule, cît şi proprietăţi de unde. Aceste fapte uimitoare se exprimă spunînd că ***radiaţia electromagnetică prezintă caracter dual, de unde şi corpuscule.*** Cercetări experimentale ale lui G. I. Taylor şi ale lui Dempster şi Batho au arătat clar că dualismul undă-corpuscul e prezentat şi de radiaţiile electromagnetice de intensitate atît de mică, încît în acestea intră în joc deodată cîte un singur foton în aparatul de interferenţă. Rezultă că, în condiţii fizice adecvate, fiecare foton se poate comporta şi ca un cîmp de unde. Astfel, descoperirea prezenţei fotonilor nu a permis simpla abandonare a teoriei luminii ca fenomen de vibraţie şi revenirea la vechea teorie a lui Newton despre lumină ca sistem de particule. Mai observăm că, în cazul radiaţiei electromagnetice, punctul de plecare l-a constituit *teoria clasică a cîmpului* şi că *această* teorie urma să fie modificată, pentru a se ţine seama de efectele cuantice (fotonii), obţinîndu-se astfel *teoria cuantică a cîmpului electromagnetic,* ale cărei probleme nu le abordăm însă aici.

Într-o a doua etapă a cercetării, fizicienii au descoperit că cuanta de acţiune intervine nu numai în schimburile de energie şi impuls dintre corpuri şi radiaţia electromagnetică, în ale cărui acte elementare corpurile emit, respectiv absorb cîte un foton, ci şi în *mişcările multiperiodice* ale corpurilor, fenomene care pot fi exclusiv mecanice (adică neînsoţite de fenomene electromagnetice multiperiodice) în cursul cărora fiecare coordonată generală a acestora este funcţiune periodică de timp. Anume, în condiţii extreme date, sistemul legilor dinamice ale mecanicii clasice determină univoc (şi independent de cuanta de acţiune) orice mişcare trecută sau viitoare a oricărui sistem de corpuri în funcţiune de valorile iniţiale simultane ale tuturor mărimilor dinamice de stare mecanică pe care le reprezintă coordonatele şi impulsurile sale generale, fără a impune vreo restricţie acestor valori iniţiale ; astfel, acestea sînt necesare şi suficiente pentru determinaţia univocă, iar spectrele pe care le constituie mulţimile care rezultă astfel pentru valorile posibile (viitoare şi trecute) ale acestor mărimi de stare şi ale energiei sînt *continue.* Mai rezultă că, pentru ca o astfel de mărime dinamică şi avînd spectru continuu să treacă de la o valoare la alta, trebuie ca ea să treacă prin *toate* valorile intermediare. În opoziţie cu acest rezultat al legilor dinamice ale mecanicii clasice, spectrele de emisie şi de absorpţie, de linii, respectiv de bande, ale atomilor, respectiv moleculelor substanţelor definite — ale căror particule constitutive şi cu sarcină electrică erau presupuse cu destul temei ca fiind în mişcare multiperiodică — arătau că spectrul energiei interioare pe care o pot avea atomii şi moleculele e cel puţin în parte *discret.* În adevăr, sistemul discret al liniilor spectrale de emisie şi absorpţie arată că, în actele elementare de emisie şi absorpţie a radiaţiei electromagnetice, atomii şi moleculele pot absorbi, respectiv pot emite cîte un foton numai din radiaţii avînd una din frecvenţele f_1, f_2, f_3,... ale spectrelor discrete ale acestor linii, care corespund adică uneia din energiile W_1, W_2, W_3,... ale unui spectru discret corespunzător, date de relaţia lui Planck : $W_1 = hf_1$, $W_2 = hf_2$, $W_3 = hf_3$,... Or, aceste energii, adăugate, respectiv scăzute din energia iniţială a atomului, respectiv moleculei, dau valorile posibile ale energiei sale interioare, care formează astfel un spectru discret. O cunoscută experienţă a lui Franck şi Hertz arată că atomii au *acelaşi* spectru discret al energiei lor interioare şi în fenomenele exclusiv mecanice, în care li se variază energia interioară pe cale mecanică, prin ciocnire (cu electroni). „Variaţia“ unei mărimi m cu spectru discret, în care aceasta sare de la o valoare m_i la una m_k sau m_l, se face în acte elementare *fără* a trece prin valorile intermediare, pe care mărimea nici nu le poate lua în condiţiile date. Tranziţia elementară a mărimii se poate face direct şi de la o valoare, la una care nu este cea mai apropiată de prima ; astfel, deşi mulţimea valorilor posibile ale unei mărimi cu spectru discret e mai mică decît pentru una cu spectru continuu, modurile posibile de tranziţie a ei sînt mai bogate. Pentru a prinde în legi aceste rezultate experimentale, Niels Bohr şi apoi Arnold Sommerfeld au fost conduşi să *completeze* legile dinamice ale mecanicii clasice cu următoarea *lege* (sau regulă) de *cuantificare pe model :* în orice mişcare multiperiodică realizabilă, acţiunea asociată unei coordonate generale oarecare şi pusă în joc în cursul unei perioade întregi a coordonatei e egală cu produsul cuantei de acţiune printr-un număr pozitiv întreg, numit *numărul cuantic* asociat acelei coordonate în mişcarea multiperiodică considerată. Din mulţimile *continue* ale orbitelor şi valorilor energiei, *posibile* conform legilor mecanicii clasice, legea cuantificării pe model selectează mulţimi *discrete* ale orbitelor şi ale valorilor *realizabile* ale energiei, şi anume în acord cu experienţa. Fiecare dintre mişcările multiperiodice ale sistemului discret, realizabile conform legii de cuantificare, era caracterizată astfel prin cîte unul dintre sistemele posibile de valori pozitive şi întregi (adică discrete) ale numerelor cuantice, şi se considera că în cursul lor *nu* se emite radiaţie electromagnetică; o tranziţie (cuantică) a sistemului între două mişcări multiperiodice, numite „stări“ (cuantic) „staţionare“ ale lui şi corespunzînd unor sisteme distincte de valori ale numerelor cuantice, era considerată ca *act elementar* neanalizabil, în cursul căruia sistemul poate emite, respectiv poate absorbi cîte un foton, acesta avînd deci energia egală cu diferenţa ΔW_f dintre energiile sistemului în cele două stări (cuantic) staţionare, calculate cu ajutorul legii de cuantificare ; radiaţia electromagnetică pe care o reprezintă acel foton are deci, în acord cu experienţa, frecvenţa corespunzătoare $f_{ik} = \Delta W_{ik} : h$, care rezultă din relaţia lui Planck.

O teorie ca aceea prezentată mai sus, în care spectrele unor mărimi sînt chiar şi numai parţial discrete, trebuie să stabilească însă nu numai valorile (discrete) posibile ale acestor mărimi, care constituie spectrul lor, ci şi *frecvenţa* survenirii acestor valori într-un sistem fizic dat şi în condiţii fizice date, respectiv *frecvenţa tranziţiilor* sistemului fizic între diferitele stări (cuantic) staţionare şi care determină intensitatea radiaţiei lor corespunzătoare, cum şi *starea de polarizaţie* a radiaţiei emise, respectiv absorbite în aceste tranziţii. Legea cuantificării pe model răspundea însă numai la problema valorilor posibile ale mărimilor de stare în stările (cuantic) staţionare. Pentru a contribui la suprimarea lacunelor lăsate de această lege, N. Bohr a enunţat *principiul de corespondenţă,* conform căruia legile, încă necunoscute complet în acel moment, ale unei teorii cuantice complete trebuie ca, pentru tranziţii între stări (cuantic) staţionare şi corespunzătoare unor numere cuantice mari şi apropiate unul de altul, să conducă practic la aceleaşi consecinţe ca şi legile mecanicii şi electrodinamicii clasice. Deşi acest principiu, care constituie o indicaţie doar calitativă, a permis să se evalueze în anumite cazuri intensităţile şi stările de polarizaţie ale radiaţiei emise, această etapă dominată de el a fost numai parţial satisfăcătoare. În adevăr, din punct de vedere teoretic se considera că lumea fizică ar avea o structură neunitară, radiaţia electromagnetică prezentînd *dualitatea* undă-corpuscul, spre deosebire de corpuri, care nu ar prezenta-o, ci ar avea o structură *unitară,* discontinuă şi corpusculară ; de altă parte, după succese iniţiale, s-au constatat divergenţe între rezultatele teoriei cuantificării pe model şi datele experimentale.

Această etapă a teoriei, care nu a dispus de mijloacele auxiliare necesare pentru o prezentare a fenomenelor în concordanţă cu principiul de corespondenţă, a fost depăşită într-o a treia fază a cercetării microfizice, în care fizicienii — prin mijloace pe care le prezentăm în parte mai jos — au descoperit faptul uimitor că şi *sistemele de particule corporale* (protoni, electroni, apoi neutrini, pozitroni, diferiţi mesoni, antiprotoni, neutroni, antineutroni, diferiţii hiperoni) *prezintă caracter dual, de unde şi corpuscule* : în interacţiunea lor cu corpurile, ele prezintă structura de sistem de corpuscule, adică de sistem fizic repartizat discontinuu în spaţiu, numai în condiţiile fizice extreme care determină o localizare precisă în spaţiu a interacţiunii, respectiv o situare precisă în timp a acesteia ; în condiţiile fizice extreme care nu precizează localizarea în spaţiu şi situarea în timp, fasciculele de particule corporale de o aceeaşi viteză („monocinetice") prezintă însă, în interacţiunea lor cu corpurile, caracterul de sistem răspîndit continuu în spaţiu, de cîmp de unde (uneori practic monocromatice şi plane, care ar dura teoretic indefinit, şi ar ocupa întregul spaţiu); acestea pot prezenta difracţie, cum şi (în cazul unor fascicule monocinetice) interferenţă, respectiv reflexiune selectivă. Fizicienii au constatat că şi în cazul sistemelor corporale legătura dintre proprietăţile corpusculare reprezentate de energia și impulsul unei microparticule, de o parte, și cele de unde monocromatice reprezentate de frecvență și lungimea de undă, de altă parte, este aceeași — și deci tot atît de neașteptată — ca în cazul radiației electromagnetice. Ei au mai constatat că, în condiții fizice cuprinse între cele două extreme indicate mai sus, sistemele corporale prezintă estompat atît proprietăți de particule, cît și proprietăți de unde. Mai observăm că aici punctul de plecare l-a constituit *mecanica clasică* și că *această* mecanică urma să fie modificată pentru a se ține seamă de efectele cuantice (unde staționare etc.), obținîndu-se astfel *mecanica cuantică*.

Folosind o terminologie neutră față de undă și particulă, vom spune că moleculele, atomii, protonii, neutronii, electronii, neutrinii etc., ca și fotonii, sînt *microobiecte*. Cercetări teoretice ale lui L. de Broglie, G. Schrödinger și W. Heisenberg și cercetări experimentale concludente ale lui C. J. Davisson și L. H. Debye și P. Scherrer, cum și ale altor fizicieni, au arătat clar că, în condiții fizice adecvate, se comportă ca unde nu numai sistemele de mai multe microobiecte, ci și fiecare microobiect în parte. În cazul electronilor, aceste fapte se pot pune simplu în evidență printr-o experiență de tipul următor. Dacă o sursă practic punctuală radiază un fascicul de electroni monocinetici spre o diafragmă opacă pentru ei, fixă și avînd două mici orificii apropiate unul de altul, iar în spatele acesteia se găsește un ecran fotosensibil pe care se pot identifica (prin efecte chimice) punctele de impact ale electronilor ca particule după trecerea lor prin diafragmă, se constată următoarele : dacă se închide oricare dintre orificii, se trimit electroni prin orificiul rămas liber și se developează după un timp ecranul fotosensibil, se constată că pe acesta densitatea electronilor incidenți, care prezintă pe alocuri maxime, iar pe alocuri minime nule, determină aceeași figură ca și în cazul excitației pe care ar prezenta-o ecranul dacă ar fi fost iradiat de sursă, prin orificiul deschis, nu cu electroni, ci cu lumină (unde electromagnetice) de frecvență adecvată. Figura densității punctelor de impact obținută cu electroni nu e provocată de interacțiunea dintre fiecare din aceștia ca particule și pereții orificiului din diafragmă, care ar interveni în provocarea diferitelor lor puncte de impact, din următoarele motive: de o parte, figura e insensibilă față de materialul diafragmei, iar de altă parte, figura obținută cînd, în cursul iradierii, se deschide alternativ cîte unul dintre orificii *diferă* de figura obținută cînd sînt deschise deodată ambele orificii: în locuri de densitate mare a punctelor de impact din primul caz poate exista densitate nulă în cel de-al doilea caz, sau reciproc. Aceasta arată că ultima figură se obține prin coacționare provenind din cele *două* orificii şi dînd interferenţă, ca în cazul fasciculelor de unde luminoase pe care le-ar *emite* sursa. Se mai constată că, chiar dacă sursa de electroni trimite deodată cîte un singur electron prin diafragmă, astfel încît acesta ar trebui să treacă singur, ca particulă, doar prin unul dintre cele două orificii deschise, nu se obţine, după un timp suficient de expunere, figura derivată din interferenţa din cazul deschiderii *alternative* a cîte unuia din cele două orificii (care rezultă prin adunarea *intensităţilor* de radiaţie din figurile obţinute cu cîte unul dintre orificii reschis), ci figura din cazul în care se trimit simultan foarte mulţi electroni şi ambele orificii sînt deschise *deodată,* obţinută prin adunarea *elongaţiilor* instantanee, care dau prin mediile temporale ale pătratelor lor intensităţile din figurile de interferenţă obţinute deschizînd cîte unul din orificii ; aceasta arată însă că prezenţa unui orificiu *deschis* cînd un singur electron, ca particulă, ar trece prin celălalt orificiu *influenţează* figura ca în cazul oricăror unde care ar trece prin cele *două* orificii şi ar interfera, că adică şi fiecare electron în parte se comportă ca undă monocromatică. Comportarea ca undă chiar şi a fiecărui electron rezultă şi din proprietăţile atomului de hidrogen, care are un singur electron : mulţimea discretă a mişcărilor sale multiperiodice, posibile conform vechii legi de cuantificare pe model a lui Bohr-Sommerfeld, — adică mulţimea stărilor (cuantic) staţionare posibile ale acestui atom, corespunzătoare diferitelor sisteme distincte de valori ale numerelor cuantice din acea lege, — apare de fapt reprezentată de mulţimea diferitelor moduri posibile de oscilaţie *staţionară* a undei de intensitate neuniformă din atom, drept care se manifestă electronul (oscilaţie staţionară care condiţionează şi absenţa radiaţiei electromagnetice) ; de altă parte, valorile numerelor cuantice întregi din acea lege sînt determinate de fapt de numerele, în mod necesar întregi, de (hiper)suprafeţe nodale ale diferitelor clase de astfel de (hiper)suprafeţe, corespunzătoare acestor moduri posibile de oscilaţie a undelor staţionare (care se stabilesc prin interferenţa cu ea însăşi a undei progresive asociate electronului din atom). Astfel, legea de cuantificare a lui Bohr-Sommerfeld pentru stările cuantic staţionare e înlocuită prin condiţia de *staţionaritate* a undelor drept care se prezintă microparticulele. Aceste fapte arată şi inconsistenţa conceptului de orbită a electronului dintr-un atom, folosit în teoria cuantificării pe model : orbitele posibile conform acelei teorii sînt locurile geometrice ale punctelor de intensitate maximă a oscilaţiei în aceste unde staţionare, tranziţiile atomului între diferitele moduri de oscilaţie staţionară rămînînd neanalizabile, însă dotate cu o anumită statistică. — Se constată prin experimente adecvate că şi celelalte microobiecte corporale au aceeaşi comportare — şi am arătat mai sus că aceleaşi relaţii de interferenţă survin şi cînd, de exemplu, intensitatea luminii difractate prin două orificii apropiate e atît de slabă, încît, ca particule, fotonii ar trece succesiv cîte unul singur prin diafragmă.

Dacă numai cîmpul electromagnetic ar prezenta dualitatea undă-corpuscul, fizicienii ar putea fi tentaţi să presupună că această dualitate ar fi doar o consecinţă a metodei de descoperire a proprietăţilor cîmpului : cum am arătat mai sus, pentru fiecare reacţiune a unor *corpuri de probă* în interacţiune cu cîmpul, fizicienii s-au întrebat ce minim de *proprietăţi* (de unde, de corpuscule etc.) ar trebui să aibă un *corp* (sau un sistem de *corpuri)* care ar *înlocui* cîmpul, pentru a provoca aceeaşi reacţiune a *corpurilor de probă* ca şi cîmpul, iar aceste proprietăţi au fost considerate ale *cîmpului,* care nu face parte din clasa corpurilor. Împrejurarea că şi microobiectele *corporale,* cum sînt protonii, neutronii, electronii, care formează *corpurile,* prezintă aceeaşi dualitate arată însă că aceasta este o proprietate generală a materiei în toate formele ei (corpuri, cîmp electromagnetic) şi că nu e simulată de „asimilarea“ cu sisteme de corpuri a cîmpurilor electromagnetice, pentru fiecare proprietate în parte.

În general, un acelaşi microobiect (corporal sau fotonic) are deci, în condiţii fizice extreme adecvate, despre care arătăm mai jos că sînt totdeauna distincte şi nerealizabile concomitent, două forme extreme de manifestare: ca undă monocromatică şi corpuscul, — şi sînt valabile cu privire la el, ca legi dinamice generale, relaţiile Planck-de Broglie. Conform acestora, energia W a unui microobiect e proporţională cu frecvenţa f a undei monocromatice plane corespunzătoare, iar impulsul său p e proporţional cu valoarea reciprocă a lungimii de undă λ a undei monocromatice plane corespunzătoare, valoare reciprocă numită *număr de unde* k ($k = 1 : \lambda$) :

$$W = hf; \quad p = hk.$$

În legătura stabilită prin relaţiile de mai sus între proprietăţi dinamice de particulă şi de undă ale microobiectelor intervin numai proprietăţile frecvenţă şi lungime de undă, respectiv număr de unde, ale undelor monocromatice plane corespunzătoare microobiectelor, care sînt comune tuturor acestor unde, adică sînt *independente* de semnificaţia fizică întîmplătoare a funcţiunii de stare care vibrează în aceste unde. Situaţii asemănătoare au mai survenit în dezvoltarea fizicii, de exemplu cînd Chr. Huygens, Th. Young şi J. A. Fresnel au descoperit, pe baza birefringenţei, a interferenţei şi a difracţiunii, prezența undelor în lumină, înainte ca J. Cl. Maxwell să fi descoperit că mărimile care vibrează în lumină sînt intensitatea cîmpului electric și inducția magnetică. În cazul luminii, situația a putut surveni fiindcă, pentru detectarea prezenței *excitații luminoase,* fizicienii dispuneau de criteriul experimental independent de specia mărimii ce vibrează, constituit de *reacțiile fotochimice* primare : repartiția în spațiu a acestei excitații, realizată în condiții experimentale adecvate, care coincidea cu repartiția în spațiu a pătratului amplitudinii locale a unei mărimi care ar vibra într-o undă și deci, în virtutea principiului superpoziției elongațiilor, ar prezenta interferență, difracție și reflexiune selectivă, a permis ca prin *inferență subsecventă* să se afirme existența unei mărimi ce vibrează în lumină, înainte de a i se fi precizat complet semnificația fizică. Situația e asemănătoare în cazul undelor drept care se pot manifesta microobiectele. Am arătat că se poate stabili prezența acestor unde examinînd, de exemplu, un fascicul coerent și omogen de electroni monocinetici după ce acesta a fost difractat de o diafragmă cu orificii sau după ce a fost reflectat de un cristal, și anume punînd electronii după difracție, respectiv după reflexiune, în condiții în care au comportarea, cunoscută, de corpuscule, — de exemplu la incidența lor pe un ecran fotosensibil, pe care-l impresionează în punctele lor de impact : repartiția (neuniformă) în spațiu a *densității de electroni incidenți,* după difracție, respectiv după reflexiune, corespunde pătratului amplitudinii locale a unei funcții de stare care ar satisface principiul superpoziției și ar vibra într-o undă ce ar fi inițial monocromatică și plană și deci ar prezenta interferență, adică și difracție, respectiv reflexiune selectivă ; această repartiție permite deci să se detecteze prin *inferență subsecventă* prezența funcțiunii de undă care vibrează în undele drept care se pot manifesta electronii, înainte de a se preciza complet natura acestei funcțiuni. Anumite probleme implicate de prezența undelor și a corpusculelor drept care se pot prezenta în condiții adecvate microobiectele se pot urmări deci independent de natura funcțiunii de undă corespunzătoare. Printre acestea se găsesc probleme privitoare la locul și impulsul, momentul și energia unui microobiect, pe care le prezentăm mai jos.

10. *Stările mecanice ale microobiectelor.* Nu se pot realiza condiții fizice care să precizeze concomitent și exact atît localizarea spațiotemporală, caracteristică doar corpusculelor, cît și lungimea de undă și frecvența, care sînt caracteristice doar undelor monocromatice (adică, după relațiile Planck-de Broglie, și impulsul și energia corespunzătoare), fiindcă nu e posibil nici un sistem unic de corpuri care să realizeze concomitent, adică simultan și în același loc, condițiile fizice pentru ambele clase de precizări referitoare la un

același microobiect ; într-un același dispozitiv experimental extrem, care asigură în principiu măsurabilitatea exactă a unora dintre mărimile de stare pe care le poate prezenta, un microobiect se comportă deci fie ca un corpuscul (cu localizare spațiotemporală precisă), fie ca o undă monocromatică plană (cu lungime de undă și frecvență, adică, după relațiile Planck-de Broglie, și cu impuls și energie precise), însă nu simultan ca ambele; aceste formații fizice se și exclud doar una pe alta. În adevăr, de exemplu, într-o experiență de localizare spațială este nevoie de corpuri rigide și de ceasornice de poziții precise, care să rămînă imobile la măsurare, adică să aibă masă *mare*, pe cînd în una de măsurare a impulsului și energiei este nevoie de corpuri de măsură care să fie *mobile* față de restul dispozitivului experimental și să ia viteze apreciabile la interacțiunea cu purtătorul de impuls și energie, adică să aibă masă *mică* (în plus trebuie să le cunoaștem precis, din măsurare, impulsul și energia înainte de măsurare, pentru ca, aplicînd teorema conservării impulsului și energiei, să putem determina impulsul și energia microobiectului). Într-o experiență din prima clasă există deci condiții de măsurare precisă a coordonatelor microobiectului — de exemplu cu ajutorul unei difragme *fixe*, avînd un mic orificiu și masă *mare*, pentru ca orificiul să nu se deplaseze la interacțiunea dintre diafragmă și microobiect —, însă nu există de loc condiții de măsurare a impulsului (care depinde prin relația $p=h:\lambda$ de lungimea de undă λ a undei monocromatice). Am arătat doar că ar trebui ca, în acest ultim scop, diafragma să aibă masă foarte *mică*, pentru a reacționa sensibil la schimbul de impuls cu microobiectul și a permite astfel măsurarea impulsului ; reacționarea diafragmei prin deplasare, la schimbul de impuls, nu ar permite însă localizarea microobiectului, fiindcă la deplasarea ecranului s-ar modifica poziția orificiului, adică s-ar obține o experiență din cea de-a doua clasă, care ar permite măsurarea precisă a impulsului și deci a lungimii de undă corespunzătoare, însă nu ar permite măsurarea coordonatelor. În condițiile extreme care îi determină exact localizarea, microobiectul nu se poate găsi deci și în condițiile de a prezenta un impuls determinat, iar în condițiile extreme care îi determină exact impulsul, el nu se poate găsi și în condițiile de a prezenta o poziție determinată.

Printr-un sistem de corpuri adecvat, se pot realiza și condiții fizice care sînt intermediare între extremele considerate mai sus, care pot fi obținute drept cazuri-limită distincte din aceste condiții intermediare. De exemplu, în cazul unui electron radiat de o sursă și care trece apoi printr-un mic orificiu de lărgime Δx al unei diafragme, se limitează, în esență, la intervalul Δx valoarea pe care o poate lua local o coordonată actuală x, prezentată de electron. Cum acesta prezintă dualitatea undă-corpuscul, unda drept care se manifestă se difractă la trecerea ei prin orificiu, determinînd o figură de difracţie pe un ecran fotosensibil situat dincolo de diafragmă. Se poate prinde pe ecranul fotosensibil electronul ca microparticulă după trecerea lui prin orificiul diafragmei. Cum nu există în general nici o relaţie biunivocă între poziţia unei singure particule şi funcţiunea de undă a unei unde, punctul unic de impact al electronului pe ecran nu e calculabil dinamic pe baza cunoaşterii figurii de difracţie care e determinată de sistemul valorilor pe care le are funcţiunea de undă pe ecranul fotosensibil ; pe baza figurii de interferenţă se poate determina numai evoluţia medie a unui număr indefinit de electroni sau a aceluiaşi electron în experienţe repetate indefinit în condiţii fizice egale. Din aceleaşi temeiuri, nici punctul unic de impact al electronului nu poate determina figura de interferenţă a undei ; teoretic, aceasta se poate construi numai pe baza unui număr indefinit de puncte de impact (diferite) obţinute în condiţii fizice egale ; or, această figură e necesară, fiindcă abia pe baza ei se poate prevedea ce se întîmplă, cel puţin în medie, cu electronii unui fascicul sau cu un electron în experienţe repetate indefinit în condiţii fizice egale. Pentru prinderea electronului în diferitele puncte ale ecranului e deci plauzibil să existe numai o probabilitate ce creşte o dată cu intensitatea locală a undei difractate în condiţiile fizice considerate, pentru ca să rezulte figura ei de difracţie cînd experienţa se efectuează cu extrem de mulţi electroni ; din această figură rezultă că electronul ca particulă va fi deviat în medie mai mult sau mai puţin de la mişcarea sa cu impuls constant, în faza iniţială, printr-un schimb cînd mai intens şi cînd mai slab de impuls cu diafragma, şi anume (cum se ştie din studiul difracţiei) în medie cu atît mai mult, cu cît e mai mic orificiul, adică e mai mic şi Δx. Aceasta, cum şi experienţe asemănătoare, arată că, în condiţii fizice date, rezultatul dinamic al unei singure interacţiuni (punctul de impact din experienţă) dintre un obiect fizic (diafragma din experienţă) şi un singur microobiect (electronul din experienţă) nu e determinat univoc ; el nici nu e semnificativ pentru ceea ce se va întîmpla în aceleaşi condiţii fizice la o altă interacţiune a macroobiectului cu un singur microobiect, ca în cazul evenimentelor aleatorii. În condiţiile în care un sistem fizic limitează în esenţă la un interval anumit Δx valoarea pe care o poate lua o coordonată actuală x, prezentată de un microobiect, ne aşteptăm ca prin difracţie sistemul să realizeze simultan condiţii care limitează în esenţă componenta corespunzătoare actuală p_x a impulsului prezentat de microobiect, la un interval Δp_x, care e invers proporţional cu Δx ; s-ar cuprinde astfel, drept cazuri limită, şi cele două cazuri extreme indicate mai sus (dintre care unul e caracterizat prin $\Delta x = 0$ și $\Delta p_x = \infty$, iar celălalt prin $\Delta x = \infty$ *și* $\Delta p_x = 0$). Cum diferitele tipuri de sisteme fizice lasă un *joc* pentru realizarea diferitelor valori ale coordonatelor actuale x și un *joc asociat* pentru realizarea diferitelor valori ale componentelor actuale corespunzătoare p_x ale impulsului, printr-un principiu al mecanicii cuantice, numit principiul lui Max Born, se enunță că aceste limitări sînt de natură *aleatorie*, că adică ele determină anumite *probabilități*, raportate la tipurile de sisteme fizice care reprezintă condițiile globale de efectuare a „probelor“ realizate de interacțiune ; aceste tipuri determină deci și colectivul statistic la care se referă probabilitățile în rezultatele experiențelor, atît pentru coordonate, cît și pentru componentele impulsului. Gruparea mai largă sau mai strînsă a valorilor unei variabile aleatorii în jurul valorii ei medii poate fi caracterizată însă prin fluctuația ei, care este de aceeași natură cu pătratul variabilei considerate. Prin intervalul Δm, la care un sistem de corpuri limitează în esență o variabilă aleatorie m, vom putea înțelege deci radicalul din fluctuația ei, pe care-l numim (pentru abreviația exprimării) *împrăștierea statistică* a variabilei aleatorii. Cu această precizare a semnificației intervalelor de limitare „în esență“, în toate cazurile produsul dintre valorile Δx și Δp_x ale celor două împrăștieri statistice a două mărimi dinamice asociate x și p_x ale aceluiași obiect e egal sau mai mare decît submultiplul 4π al constantei universale h, pe care am numit-o cuantă de acțiune. Relațiile de tipul

$$\Delta x \, . \, \Delta p_x \geqslant h : 4\pi$$

și relația analogă care rezultă din acestea și e valabilă pentru împrăștierile statistice ΔW și Δt ale energiei W prezentate de microobiect și timpului t la care el prezintă această energie, adică și relația

$$\Delta W \, . \, \Delta t \geqslant h : 4\pi,$$

se numesc *relații de imprecizie* ale mecanicii cuantice sau ale lui W. Heisenberg. Aceste relații statistice, confirmate de experiență și fundamentale pentru mecanica cuantică, fac parte din clasa *propozițiilor de stare* care nu privesc numai stări de echilibru și sînt *ireductibile* la propoziții dinamice de desfășurare; ele cuprind drept cazuri-limită și condițiile determinației teoretic exacte a localizării, spațiotemporale ($\Delta x = 0$ și $\Delta p_x = \infty$ etc.; $\Delta t = 0$ și $\Delta W = \infty$) respectiv a impulsului și energiei ($\Delta p_x = 0$ și $\Delta x = \infty$ etc. ; $\Delta W = 0$ și $\Delta t = \infty$).

Mărimi cum sînt coordonatele și componentele corespunzătoare ale impulsului, sau, mai general, coordonatele generale q_i și impulsurile generale corespunzătoare p_i, care satisfac de asemenea relaţiile de imprecizie ale mecanicii cuantice: $\Delta q_i . \Delta p_i \geqslant \frac{h}{4\pi}$, sau energia şi timpul, ale căror împrăştieri formează factorii produselor (de natura mărimii *acţiune)* dintr-o aceeaşi relaţie de imprecizie, se numesc mărimi *canonic conjugate*. Relaţiile de imprecizie nu conţin restricţii privitoare la posibilitatea de a realiza condiţii fizice în care au concomitent valori oricît de precise oricare mărimi de stare clasică prezentate de un sistem de microobiecte şi care *nu sînt* canonic conjugate; deci, în principiu, acestea sînt măsurabile concomitent cu orice precizie voită, dacă înţelegem prin precizie valoarea reciprocă a împrăştierii statistice. Relaţiile de imprecizie limitează precizia concomitentă a valorilor, deci şi precizia măsurabilităţii lor concomitente, numai pentru acelea dintre mărimile dinamice prezentate de un sistem de microobiecte, care *sînt* canonic conjugate sau care sînt, clasic, funcţie de mărimi canonic conjugate. De exemplu, nici chiar în stările în care un sistem microfizic prezintă o valoare exactă a energiei sale totale, el nu poate prezenta concomitent şi cu valori exacte energiile potenţială şi cinetică (a căror sumă dă valoarea exactă a energiei totale), fiindcă prima depinde de coordonatele sale şi ultima depinde de impulsurile sale (fiind proporţională cu pătratele lor); or, coordonatele şi impulsurile sînt mărimi canonic conjugate. Valorile exacte ale mărimilor canonic conjugate şi ale mărimilor funcţie de ele nu pot fi prezentate deci de microobiecte sau de sistemele de microobiecte ca proprietăţi consistente concomitent. Aceasta este în opoziţie cu conţinutul legilor fizicii clasice, conform cărora împrăştierile statistice ale rezultatelor măsurărilor simultane ale oricăror mărimi ale aceluiaşi obiect pot fi micşorate în principiu oricît de mult şi independent unele de altele, chiar şi în cazul mărimilor conjugate. Spre deosebire de propoziţiile de stare ale fizicii clasice, care exprimă valorile unora dintre mărimile de stare în funcţie de valorile simultane ale altora, relaţiile de imprecizie, care sînt de natură statistică, exprimă numai *precizia* (absolută) *maximă* a măsurabilităţii oricărei mărimi de stare prezentate de microobiecte, în funcţie de *precizia* (absolută) *maximă* a măsurabilităţii concomitente a mărimii de stare canonic conjugate, prezentate de ele, — şi anume în aşa fel, încît preciziile acestor două măsurări sînt invers proporţionale una cu alta, independent de valorile în jurul cărora sînt considerate, aşa încît preciziile nu pot fi mărite concomitent oricît de mult. Cuanta de acţiune h fiind foarte mică, limitarea dată de relaţiile de imprecizie pentru împrăştierile concomitente ale mărimilor canonic conjugate apare clar numai în fenomene la scară moleculară, atomică sau subatomică, în care intervin mase foarte mici ale obiectelor fizice. În adevăr, la împrăștiere Δx dată a unei coordonate x, împrăștierea relativă a impulsului asociat p_x, care rezultă din relațiile de imprecizie, adică $\Delta p_x : p_x \geqslant h : (4\pi \Delta x p_x)$, are o valoare sensibilă numai la valorile extrem de mici ale mărimii p_x, pe care le pot avea microobiectele. De asemenea, dacă v_x este componenta x a vitezei unui obiect care are masa m (și deci $p_x = mv_x$), împrăștierea Δv_x care rezultă din relațiile de imprecizie pentru această componentă a vitezei este $\Delta v_x \geqslant h$ $(4\pi m \Delta p_x)$, adică, la Δp_x dat, are o valoare sensibilă și poate depăși erorile de măsură numai dacă masa m e extrem de mică, adică numai pentru microobiecte.

În fiecare pereche formată din mărimi de stare canonic conjugate, prezentate de microobiecte, valorile exacte ale uneia dintre mărimi, cum sînt coordonatele, respectiv timpul, servesc pentru descrierea exactă a comportării microobiectelor ca particule, iar valorile exacte ale celeilalte mărimi, cum sînt componentele impulsului, respectiv energia, pot servi (prin intermediul relațiilor $\lambda = h : p$, respectiv $f = W : h$) pentru descrierea exactă (prin lungimea de undă λ și frecvența f) a comportării microobiectelor ca unde monocromatice plane. În cazurile extreme, cum și în cele intermediare, relațiile de imprecizie sînt o expresie necontradictorie a dualității undă-corpuscul, pe care o prezintă microobiectele. De exemplu, într-o experiență de interferență cu microobiecte pe un ecran, după ce acestea au străbătut o diafragmă cu două mici orificii, pentru a fi determinat orificiul prin care a trecut un microobiect ca particulă, trebuie să fie aplicabile legile de conservare a impulsului și energiei, care determină orientarea înaintării microobiectului, adică trebuie să fie realizate condițiile care determină precis impulsul (și energia) diafragmei (mobile) înainte de trecere; or, conform relațiilor de imprecizie, acestea nu permit să fie determinată precis poziția, — și se poate arăta că aceasta face să dispară determinația *fazei* undei, care ar fi necesară pentru a se produce interferența; deci nu se produce interferența cînd sînt realizate condițiile care determină prin *care* orificiu trec microobiectele. De altă parte, producerea interferenței reclamă diafragmă fixă și de masă mare, ceea ce lasă nedeterminat impulsul transmis, și se produce interferență cînd nu sînt realizate condițiile care determină prin care orificiu trec diferitele microobiecte. Cum clasele de proprietăți de particulă, respectiv de undă, nu pot fi prezentate, astfel, concomitent de microobiect, descrierea dată e necontradictorie.

Fizicienii și-au pus și problema dacă microobiectele, în condițiile fizice în care prezintă proprietăți bine determinate de undă monocromatică plană, *au* şi proprietăţi bine determinate de corpuscul, a căror împrăştiere rezultă din relaţiile de imprecizie infinită, şi deci, dacă aceste relaţii ne împiedică numai să le *cunoaştem* direct, prin măsurare în acele condiţii, o dată cu cunoaşterea proprietăţilor de undă, — sau dacă microparticulele nici *nu* au în acele condiţii proprietăţile bine determinate, de corpuscul, considerate ; de asemenea: dacă, în condiţiile fizice în care prezintă proprietăţi bine determinate de corpuscul, microobiectele *au* şi proprietăţi bine determinate de undă, pe care deci relaţiile de imprecizie ne împiedică numai să le *cunoaştem* o dată cu cunoaşterea primelor, — sau dacă microparticulele nici *nu au* în acele condiţii proprietăţile bine determinate, de undă, considerate. Experienţa a decis *contra* interpretării după care, în condiţii date, microobiectele ar *avea* şi proprietăţile bine determinate pe care nu le pot prezenta în acele condiţii şi *pentru* interpretarea după care, în condiţiile fizice în care (conform relaţiilor de imprecizie) microobiectele nu pot prezenta anumite clase de proprietăţi bine determinate, ele nici *nu le au*. Două exemple lămuresc această alternativă. Considerăm drept prim exemplu un microobiect proiectat contra unui obstacol subţire, însă microobectul avînd o energie iniţială insuficientă pentru a-l străbate, în sensul că înainte şi după obstacol există timp suficient pentru a realiza practic condiţia $\Delta t = \infty$, pentru ca energia lui să aibă valori bine definite ($\Delta W = 0$) şi egale una cu alta (conform legii de conservare a energiei), însă valori insuficiente pentru străbaterea obstacolului. Dacă microobiectul are o energie bine determinată şi în timpul foarte scurt (şi deci cu Δt mic) cît i-ar trebui spre a străbate obstacolul şi numai relaţiile de imprecizie ne-ar împiedica să i-o măsurăm şi deci s-o cunoaştem direct, conform principiului de conservare a energiei, aceasta ar trebui să fie egală cu valorile ei înainte şi după obstacol, şi deci microobiectul nu ar putea să străbată obstacolul. Experienţa arată însă că, dacă obstacolul e destul de subţire, microobiectul are, totuşi, o anumită probabilitate de a-l străbate şi în aceste condiţii. Anume, de exemplu, o particulă α din nucleul atomului unui element chimic radioactiv are o anumită probabilitate de a străbate obstacolul care-l împiedică să părăsească nucleul, obstacol constituit de forţele de atracţie de la suprafaţa nucleului (rezultate în principal din forţele nucleare de atracţie), urmate în exterior, după un „strat" subţire, de forţe de repulsie (provenite în principal din forţe electrice), şi particula α ajunge în exteriorul nucleului cu o energie insuficientă spre a fi putut trece „*peste*" obstacol (dezintegrare radioactivă spontană). Dacă se reprezintă obstacolul sub forma unei creste de munte, totul se petrece ca şi cînd microobiectul particulă α ar fi avut energia de după obstacol şi cît se găsea în dreptul lui, dar obstacolul ar fi prezentat tunele care au permis particulei să străbată unul din ele, fără a avea energia necesară spre a trece peste creasta lui (efectul de tunel). Efectul arată că, în cursul timpului foarte scurt (și deci Δt foarte mic) în care a străbătut obstacolul, microobiectul nu a avut o valoare bine determinată a energiei și că, deci, la o măsurare limitată la acel timp scurt, a existat o anumită probabilitate ca energia să aibă o valoare mai mare decît valoarea ei bine determinată W_0 din fața obstacolului și din spatele lui (fiindcă relațiile de imprecizie dau un ΔW mare la Δt mic). Astfel, legea de conservare a energiei nu e înfrîntă, însă în cursul străbaterii unui obstacol îngust nu sînt date condițiile aplicării ei cu valorile bine determinate ale energiei microobiectului în fața sau în spatele obstacolului. Intervenția relațiilor de imprecizie, care sînt propoziții (statistice) *de stare,* explică deci dezintegrarea radioactivă „spontană", pentru care nu se puteau găsi cauze în fizica clasică. — Drept al doilea exemplu considerăm faptele experimentale care arată că sistemele fizice capabile de oscilații interioare, cum sînt moleculele sau cristalele, prezintă (în opoziție cu rezultatele teoriilor clasice) și la temperatura absolută de zero grade o anumită energie totală mai mare decît zero. În adevăr, un microobiect capabil de oscilație are energia potențială minimă în punctul de coordonate exacte în care, clasic, se exercită asupra lui o forță nulă. Aceasta, conform relațiilor de imprecizie, îl împiedică însă de a avea un impuls precis, deci o energie cinetică precisă (care depinde de impuls) și deci o energie totală precisă. De asemenea, dacă microobiectul are energie cinetică precisă, adică și componente de impuls precise, conform relațiilor de imprecizie el nu poate avea coordonate precise, deci nici energie potențială precisă (care depinde de coordonate) și deci nici energie totală precisă. Cazul din punctul de zero grade temperatură absolută este doar cazul particular în care, clasic, valorile celor două energii (cinetică și potențială) ar trebui să fie ambele exact nule — și care am arătat că nu poate fi realizat, conform relațiilor de imprecizie. Energia (totală) nenulă la punctul zero absolut, pe care o au sistemele capabile de oscilații, constatată experimental, este deci o altă dovadă a faptului că relațiile de imprecizie exprimă că microobiectele *nu posedă* concomitent, cu valori exacte, mărimile canonic conjugate, și nu că ele ar poseda cu valori exacte acele mărimi și că relațiile numai ne-ar împiedica să le *cunoaștem* concomitent, — ceea ce ar însemna agnosticism.

Comportarea unui microobiect ca particulă, ca undă, respectiv ca formație care prezintă estompat atît proprietăți din clasa celor de corpuscul, cît și proprietăți din clasa celor de undă, pe care am prezentat-o mai sus, nu depinde numai de el, ci şi de proprietăţile fizice (inclusiv poziţiile relative) ale sistemelor fizice (corpuri, cîmpuri) în prezenţa cărora se găseşte. Dacă spunem că aceste corpuri, respectiv cîmpuri, formează ambianţa fizică de reperare sau *mediul fizic de reperare*, putem rezuma constatările cum urmează : proprietăţile de corpuscul (cum sînt coordonatele şi timpul), cum şi cele de undă (cum sînt lungimea de undă şi frecvenţa), pe care le poate prezenta un microobiect, nu sînt proprietăţi *absolute* ale acestuia, în sensul că nu survin cu exactitate independent de mediul său fizic de reperare, ci sînt proprietăţi *relative* ale lui, în sensul că survenirea lor depinde nu numai de microobiect, ci şi de mediul său fizic de reperare (care se numeşte, în particular, instrument sau aparat de măsură cînd serveşte special pentru măsurarea mărimii reperate). Acest tip de relativitate priveşte deci survenirea cu anumite precizii a unor *specii* de mărimi prezentate de microobiecte cînd sînt raportate la diferitele tipuri de medii fizice de reperare prezente; ea diferă de tipul de relativitate care priveşte *valorile* anumitor specii de mărimi cînd se face raportarea la dferitele referenţiale (şi care intervine singură în fizica clasică, macroscopică) şi arată că, din acest punct de vedere, obiectul microfizic formează un tot absolut abia împreună cu mediul său fizic de reperare. Folosind această terminologie, putem spune că un macroobiect (care prezintă specii de proprietăţi practic *independente* de tipul mediului macrofizic de reperare) prezintă drept specii de proprietăţi ale sale, consistente concomitent, chiar şi mărimi canonic conjugate, cu valori practic exacte, şi anume ca specii practic *absolute* în raport cu mediul fizic; mai putem spune că un microobiect (care prezintă dualismul undă-corpuscul şi deci nu poate prezenta concomitent şi exact atît sistemul extrem al speciilor de proprietăţi de corpuscul, cît şi sistemul extrem al speciilor de proprietăţi de undă) nu poate prezenta speciile de mărimi canonic conjugate drept specii de proprietăţi consistente concomitent şi cu valori exacte, nici chiar ca specii de mărimi ale sale *relative* la mediul fizic de reperare ; el poate prezenta cu valori exacte, chiar şi numai în acest fel relativ, doar specii de mărimi care nu sînt canonic conjugate.

Împrejurarea că atît relativitatea obiectivă, în sensul din microfizică, cît şi relativitatea subiectivă, într-un sens uzual în filozofie, indică o *raportare* — şi anume prima la *mediul fizic de reperare,* iar cea de-a doua la o *conştiinţă* —, îmbinată cu împrejurarea că, în principiu, un subiect cunoscător („observatorul") poate considera *aparatul de măsură* realizat (cel puţin parţial) de părţi ale propriului său *corp,* care este un sistem obiectiv (de exemplu, o placă fotosensibilă a aparatului poate fi realizată de retina ochiului observatorului), a indus în eroare pe unii cercetători, care *au făcut confuzie* între *corpul* lor, care este un sistem obiectiv, şi *conştiinţa* lor, care e subiectivă ; aceştia au ajuns astfel la convingerea neîntemeiată că proprietăţile de undă, respectiv de corpuscul, pe care le prezintă microobiectele, ar depinde de actul subiectiv al observaţiei, că adică ar fi *subiective*. Pentru motivele expuse cînd am prezentat unele probleme ale relativităţii în raport cu referenţialele inerţiale, fizicienii care, fără să observe, au săvîrşit această eroare s-au simţit împinşi spre idealismul filozofic subiectiv, iar aceia dintre filozofii materialişti metafizicieni care au săvîrşit-o s-au simţit îndemnaţi să respingă, în fond, şi să accepte numai în formă noua micromecanică : *mecanica cuantică,* în care, folosindu-se ca punct de plecare mecanica clasică, se ţine seamă în mod organic de dualismul undă-corpuscul. În şirul manifestărilor microobiectelor fie ca corpuscule, fie ca sisteme fizice prezentînd estompat proprietăţi din clasele celor de unde şi de corpuscule, fie ca unde monocromatice plane, corpusculul şi unda monocromatică, departe de a avea vreun caracter subiectiv, reprezintă două contrarii obiective, iar tranziţiile microobiectelor între ele reprezintă procese în care acestea pierd precizia anumitor specii de proprietăţi şi o cîştigă pe a altora, transformări calitative determinate de legătura lor cu tipurile de medii fizice de reperare.

Fizicienii şi-au pus şi problema dacă, *după* ce s-a măsurat oricît de precis o mărime prezentată de un microobiect, nu s-ar putea, totuşi, procura, printr-o măsurare *ulterioară,* informaţii directe, de asemenea oricît de precise, asupra valorii mărimii prezentate de el şi canonic conjugată cu prima, pentru a preciza astfel indirect, însă complet, atît faţa lui corpusculară, cît şi faţa lui de undă. Această măsurare ulterioară oricît de precisă a mărimii canonic conjugate, nefiind simultană cu prima, e posibilă, însă noul mediu fizic de reperare, în prezenţa căruia trebuie să se găsească microobiectul în cursul noii măsurări, îi schimbă clasa de comportare (din corpuscul în undă, respectiv din undă în corpuscul) şi face iluzorie folosirea rezultatului măsurării anterioare oricît de precise a primei mărimi, drept valoare de mărime de stare a microobiectului în noile condiţii, în care acesta a încetat de a mai prezenta cu acea precizie vechea mărime. Acestea o fac deci iluzorie şi spre a fi folosită pentru o eventuală predeterminare, pe bază de legi dinamice, a evoluţiei viitoare a microobiectului *după* această ultimă măsurare. În acest ultim scop stau deci la dispoziţie numai determinări simultane care nu înfrîng relaţiile de imprecizie ale mecanicii cuantice.

Potrivit cu cele arătate mai sus, starea mecanică instantanee a unui sistem format din unu sau mai multe microobiecte, cu *s* perechi de mărimi clasice (dinamice) de stare mecanică canonic conjugate, e determinată cum urmează, în modul cel mai detaliat posibil, adică complet şi „maximal“, — şi semnificativ: în prezenţa tipurilor extreme de medii fizice, care condiţionează valori simultane bine determinate pentru cîte una dintre mărimile clasice de stare din cele s perechi, starea lui e determinată maximal prin valorile bine determinate ale timpului şi ale numai acestor s — adică a numai jumătate — dintre cele $2s$ mărimi; în adevăr, în acele condiţii sistemul nici nu prezintă vreo valoare bine determinată a energiei şi a celorlalte s mărimi clasice de stare, care sînt canonic conjugte cu mărimile ce au valori bine determinate; cele s mărimi clasice cu valori bine determinate pot fi, după clasele de condiţii fizice, cele s coordonate generale, cele s impulsuri generale, sau o astfel de selecţiune de s dintre aceste mărimi, încît ea să nu cuprindă nici o coordonată generală împreună cu impulsul general canonic conjugat cu ea. În prezenţa mediilor fizice faţă de care sistemul de microobiecte prezintă estompat proprietăţi atît de corpuscule, cît şi de unde, adică teoretic în majoritatea covîrşitoare a cazurilor, starea lui într-un moment dat e determinată maximal fără ca vreuna din cele $2s$ mărimi clasice de stare din sistemele indicate mai sus, pe care le poate prezenta, să aibă vreo valoare bine determinată; ea e determinată maximal prin *repartiţiile statistice* ale acestor mărimi. (Acestea sînt determinabile experimental, realizînd condiţii de determinaţie *exactă* a cîte uneia din mărimi şi determinînd probabilităţile asociate fiecărei valori posibile pentru fiecare mărime). Aceasta arată că în astfel de condiţii intermediare starea „cuantică“ a sistemului reuneşte caracteristici din cele mai variate stări extreme în care ar prezenta cîte s mărimi clasice cu valori bine determinate. (Se mai observă că şi stările extreme, în care unele sau s mărimi clasice au valori bine determinate, reprezintă doar cazul-limită al repartiţiilor statistice în care fluctuaţiile acestor mărimi sînt nule, iar fluctuaţiile mărimilor canonic conjugate cu ele sînt infinite).

Repartiţiile statistice a s mărimi clasice independente şi care nu sînt canonic conjugate *trebuie* să determine însă şi repartiţiile statistice din *aceeaşi* stare pentru toate celelalte mărimi clasice pe care le poate prezenta sistemul — şi anume în aşa fel, încît pentru fiecare pereche de mărimi canonic conjugate să fie satisfăcute relaţiile de imprecizie, — fiindcă altfel repartiţiile statistice de plecare, împreună cu timpul, nu ar determina *complet* sau *maximal* starea. Această determinaţie e realizată în conformitate cu un principiu al mecanicii cuantice avînd caracterul de lege de stare, pe care-l prezentăm mai jos şi care se numeşte, în prezentarea „ondulatorie“, *principiul funcției de undă.* De asemenea, dacă repartițiile statistice inițiale date ale unor mărimi clasice de stare sînt complete, ele determină univoc, — printr-o lege de desfășurare privitoare la microobiecte (pe care o vom enunța mai jos), — și repartițiile statistice ale mărimilor clasice ale sistemelor în orice *alt* moment, în funcție de condițiile fizice și inițiale. Regulile și legile care permit ca, din repartițiile statistice inițiale, să se calculeze direct alte repartiții statistice, concomitente sau privitoare la un alt moment, ar trebui însă ca, în loc de a conține pentru fiecare specie de mărimi cîte o singură mărime (valoare) exactă (ca în fizica clasică), să conțină pentru fiecare specie de mărimi clasice cîte o întreagă repartiție statistică, — ceea ce le-ar da o formă complicată (numită în prezentarea lui Heisenberg formă *matricială).* Folosind și aici intermediarul prețios constituit de funcția de undă, pe care o prezentăm mai jos, se simplifică și forma legii de desfășurare, care se exprimă în acest fel prin ecuația lui Schrödinger.

11. *Descrierea stărilor mecanice ale microobiectelor cu ajutorul funcțiunii de undă.* Conform principiului funcțiunii de undă al mecanicii cuantice în forma ei de mecanică ondulatorie, pentru un sistem fizic cu s grade de libertate există (în afară de cazuri excepționale) o singură *funcție* (în general complexă) care depinde de valorile posibile ale timpului și a *s* mărimi dinamice de stare clasice ale sistemului, ce nu sînt canonic conjugate unele cu altele, — funcțiune al cărei sistem de valori determină complet, adică în mod maximal, după anumite reguli, starea cuantică a sistemului, adică repartițiile statistice corespunzătoare ale celor *s* coordonate generale independente și ale celor *s* impulsuri generale ale sistemului, canonic conjugate cu ele. Ea se numește *funcția de undă* a sistemului, pentru motivul că, exprimată în funcție de coordonatele generale și de timp, satisface o ecuație cu derivate parțiale în raport cu timpul și cu cele *s* coordonate generale, numită ecuația lui Schrödinger, asemănătoare cu ecuații ale undelor din fizica clasică. Cum din principiul funcției de undă rezultă ca *teoreme* relațiile de imprecizie, care sînt propoziții de stare, acest principiu este o *lege de stare,* ireductibilă la legi de desfășurare. Funcția de undă — numită și funcția psi (ψ) — nu trebuie confundată cu intensitățile cîmpurilor din fizica clasică, fiindcă, în opoziție cu acestea, cîmpul ei nu e purtător de energie și nici nu este un cîmp în spațiul fizic, ci într-un spațiu simbolic, al configurațiilor, unde servește pentru a strînge într-un singur mănunchi repartițiile de stare ale mărimilor mecanice ; deci, ea nu are corespondent în fizica clasică. De exemplu, funcția de undă a unui sistem de fotoni nu este intensitatea cîmpului electric și nici

inducţia magnetică a undelor electromagnetice corespunzătoare fotonilor.

Regulile după care, în mecanica ondulatorie, sistemul valorilor funcţiei de undă a unui sistem fizic determină exact repartiţiile statistice pentru valorile posibile ale coordonatelor, impulsurilor sau energiei sistemului, sînt următoarele: conform unei prime reguli, sistemul pătratelor modulelor locale momentane ale funcţiei de undă, cînd e exprimată în funcţie de coordonatele generale şi de timp, care este un sistem de numere pozitive asociate fiecărui sistem de valori ale timpului şi coordonatelor sistemului, reprezintă *densitatea de probabilitate* pentru „poziţiile" corespunzătoare, în spaţiul de configuraţii, ale sistemului în momentele respective, la o căutare a acestora (interpretarea statistică a funcţiei de undă, dată de Max Born şi sugerată de experienţe de interferenţă, dintre care una a fost prezentată mai sus). Această primă regulă determină deci repartiţia statistică a coordonatelor microobiectelor. Conform unei a doua reguli, sistemul valorilor instantanee ale funcţiei de undă determină însă, în modul care se arată mai jos, şi un sistem de valori posibile ale *frecvenţei*, asociate cu cîte un număr pozitiv real şi — în cazul sistemelor discrete de frecvenţe — cel mult echiunitar; cum, în conformitate cu relaţia lui Planck, fiecărei frecvenţe îi corespunde o *energie*, numerele asociate acestor frecvenţe sînt susceptibile de a reprezenta probabilităţi pentru survenirea acelor valori posibile ale *energiei*, care sînt asociate valorilor posibile ale frecvenţei. Conform unei alte reguli, care e arătată de asemenea mai jos, sistemul valorilor funcţiei de undă mai determină în condiţiile indicate, pentru fiecare coordonată, şi cîte un sistem de valori posibile ale *componentelor numărului de unde*, asociate cu cîte un număr pozitiv real şi cel mult echiunitar în cazul unor valori posibile discrete; cum, în conformitate cu relaţia lui Broglie, fiecărei componente de număr de unde îi corespunde o *componentă de impuls* (respectiv un impuls general), numerele asociate componentelor numărului de unde sînt susceptibile de a reprezenta şi probabilităţi pentru survenirea valorilor posibile ale acelor *componente de impuls*, care sînt asociate valorilor posibile ale componentelor numărului de unde. Pentru a obţine regulile după care funcţia de undă poate reprezenta repartiţii de stare pentru energii şi impulsuri, ajunge deci să se arate regulile după care sistemul valorilor acesteia determină sisteme de valori ale *frecvenţei* şi *componentelor numărului de unde*, afectate de numere pozitive şi (— în cazul sistemelor discrete de valori —) cel mult echiunitare. Dăm mai jos aceste reguli. În reprezentarea pe care o considerăm în acest scop, vibrațiile funcției de undă au loc în spațiul simbolic de configurații, care are s dimensiuni și e determinat de cele s coordonate generale, — însă, pentru a avea o reprezentare intuitivă, cititorul se poate referi și la spațiul fizic cu trei dimensiuni, care coincide întîmplător cu spațiul de configurații cînd se consideră coordonatele cartesiene ale unui singur microobiect.

Pentru a detecta frecvențele și componentele numerelor de unde care intervin în descrierea cîmpurilor de unde, se folosește *analiza Fourier* a funcțiilor în raport cu variabilele de care depind. În conformitate cu o teoremă importantă a lui J. A. Fourier, în condiții largi, valoarea pe care o funcție, considerată în dependența ei de o variabilă (adică menținîndu-le constante pe celelalte variabile, cînd ele există), o are pentru o valoare oarecare a acesteia, e egală cu suma valorilor pe care le au, pentru acea valoare a variabilei, funcțiile armonice (sinusoidale) de acea variabilă ale unui întreg sistem component (sau echivalent) de funcții armonice, dat o singură dată pentru funcția considerată, fiecare dintre funcțiile armonice avînd valori adecvate ale perioadei, amplitudinii și fazei „inițiale“ a evoluției ei în raport cu variabila independentă ; dacă funcția dată e periodică, perioadele tuturor funcțiilor armonice ale sistemului component sînt submultiplii întregi ai perioadei funcției date, — iar dacă funcția dată e neperiodică, funcțiile armonice ale sistemului component au, fie perioade ale căror rapoarte sînt în general iraționale, fie exclusiv, — sau și, — toate perioadele cuprinse într-un anumit interval (care eventual se extinde și de la zero pînă la infinit). După cum perioadele funcțiunilor armonice ale sistemului component au valori discrete sau umplu continuu un întreg interval, se spune că *spectrul lor e discret,* respectiv *continuu.* La funcție de analizat dată, fazele inițiale ale funcțiilor ei armonice componente (a căror „suprapunere“ o reproduce) sînt date cînd perioadele lor sînt date ; amplitudinile lor din spectrul discret sînt iarăși date, la perioade date, iar cele din spectrul continuu (în general infinitezimale pentru fiecare interval infinitezimal de frecvențe) sînt egale cu produsul dintre creșterea corespunzătoare a perioadei și *densitatea de perioadă a amplitudinii,* care depinde de perioadă.

Pentru a detecta prin analiză Fourier *frecvențe* în descrierea unui cîmp de unde, se folosesc *undele monocromatice staționare,* care umplu (în general fiecare) întregul spațiu pentru timp indefinit. Într-o astfel de undă, funcția reală vibratorie este o funcție armonică de timp, de o singură frecvență și de o singură fază inițială în toate punctele spațiului, amplitudinile locale ale acestei funcții armonice locale fiind independente de timp, însă depinzînd de poziţia în spaţiu a punctului la care se referă. În adevăr, dacă în fiecare punct din spaţiu se efectuează analiza Fourier, — în raport cu variabila *timp*, — a funcţiei vibratorii a unui cîmp de unde, se pot supune consideraţiei şi numai acelea dintre funcţiile armonice de timp componente, locale, care au o frecvenţă dată ; mulţimea amplitudinilor acestor funcţii armonice în diferitele puncte ale spaţiului formează cîmpul amplitudinilor locale ale undei monocromatice componente, iar mulţimea fazelor lor iniţiale în diferitele puncte ale spaţiului formează cîmpul fazelor ei iniţiale. Prin însumarea, în fiecare punct, a valorilor locale ale tuturor acestor funcţii asupra tuturor frecvenţelor, adică luînd în consideraţie interferenţa tuturor undelor monocromatice din sistemul component, se obţine însuşi cîmpul de unde care a fost supus analizei Fourier. Rezultă că un cîmp de unde e complet caracterizat prin două cîmpuri : al amplitudinilor şi al fazelor iniţiale ale undelor sale monocromatice componente. Dacă incidental fiecare undă monocromatică componentă are o aceeaşi fază (respectiv contrafază) iniţială în toate punctele din spaţiu, adică dacă funcţiunea ei armonică vibrează *simfazic* (respectiv în contrafază) în toate aceste puncte, fiecare dintre undele monocromatice componente e şi staţionară — şi cîmpul de unde dat e descris cu ajutorul sistemului component de unde monocromatice şi *staţionare*, — cîte una pentru fiecare frecvenţă ce intervine în analiza Fourier. Dacă mărimea armonică a unei unde monocromatice componente *nu* vibrează simfazic (respectiv în contrafază) în toate punctele spaţiului, adică dacă are o fază (respectiv contrafază) iniţială care depinde şi de poziţia în spaţiu a punctului la care se referă, unda monocromatică considerată nu este o undă staţionară. Se ştie însă că mărimea care vibrează în ea se poate obţine în fiecare punct prin adunarea a *două* mărimi care vibrează în *două* unde monocromatice de aceeaşi frecvenţă cu ea şi *staţionare*, adică avînd fiecare o *aceeaşi* fază (respectiv contrafază) iniţială în toate punctele din spaţiu, însă defazate cu un sfert de perioadă una faţă de alta (în cuadratură una cu alta); trebuie numai ca, în acest scop, amplitudinile locale ale celor două unde staţionare componente să se raporteze la amplitudinea locală a undei monocromatice date cum se raportă catetele la ipotenuza unui triunghi dreptunghic în care unul dintre unghiurile ascuţite reprezintă faza iniţială locală. Prin analiză Fourier, un cîmp de unde se descompune deci, în cazurile cele mai generale, numai într-o mulţime de *perechi* de cîmpuri de unde monocromatice staţionare, undele staţionare ale fiecărei perechi avînd o aceeaşi frecvenţă f_k, însă fiind în cuadratură una cu alta ; cîmpul poate fi caracterizat deci complet şi prin cele *două* cîmpuri ale amplitudinilor reale ale undelor din *perechile* sale de unde monocromatice staționare componente. Se știe însă că mărimile reale Ψ'_r și Ψ'_i ale unei perechi cum sînt amplitudinile a două funcțiuni armonice de aceeași frecvență și în cuadratură una cu alta, pot fi strînse într-o singură mărime *complexă* $\Psi' = \Psi'_r + \Psi'_i\sqrt{-1}$ amplitudinea Ψ'_i a funcției defazate înainte fiind partea imaginară, iar amplitudinea Ψ'_r a celeilalte funcții fiind partea reală a mărimii complexe. Se poate deci spune că, formal, orice cîmp de unde se poate descompune sau „dezvolta“ prin analiză Fourier în cîmpuri de unde monocromatice „staționare“ și de amplitudini locale „complexe“, cîte unul singur pentru fiecare frecvență. Se pot strînge analog în mărimi complexe $\psi' = \psi'_r + \psi'_i\sqrt{-1}$ și elongațiile funcțiunilor din undele monocromatice respective. Astfel, amplitudinile care sînt întîmplător reale, sau pur imaginare, reprezintă cazul particular în care fiecare undă monocromatică componentă este o undă în adevăr staționară a unei funcții de undă reale (ele corespund stărilor cuantic staționare, în opoziție cu undele monocromatice care nu vibrează simfazic în toate punctele spațiului, care au amplitudini ireductibile la valori reale sau pur imaginare și care corespund unor „stări“ ce nu sînt staționare și pot reprezenta de ex. tranziții între stări diferite).

Frecvențele f_k ale undelor monocromatice componente ale unui cîmp de unde dat se numesc *valorile proprii ale frecvenței* sau *frecvențele proprii* ale cîmpului dat, spectrul lor putînd fi discret sau continuu — sau în parte discret și în parte continuu. În afară de cazuri particulare, de care nu ne interesăm, putem reduce, respectiv putem mări, în fiecare punct din spațiu, într-o aceeași proporție *comună*, valorile locale ψ' ale mărimii care vibrează în cîmpul de unde dat, astfel încît integrala asupra produselor pătratului noilor lor valori absolute locale ψ prin elementele de volum ale spațiului undei, la care se referă, extinsă la întregul spațiu, să fie egală cu unitatea. Putem pune în evidență și proporția în care elongațiile, în general „complexe“ ψ'_k, ale cîmpurilor undelor monocromatice „staționare“ componente ale cîmpului „normat“ în acest fel, care au diferite frecvențe proprii f_k ce formează un spectru discret, participă (global pentru întregul spațiu) la constituirea cîmpului normat dat. În acest scop, presupunem că, în diferitele puncte ale spațiului, reducem, respectiv mărim, și elongațiile complexe locale ψ'_k ale fiecărei unde monocromatice componente k, într-o aceeași proporție α_k, ce depinde deci numai de frecvența proprie f_k, — și anume iarăși în așa fel încît integrala produselor pătratelor valorilor absolute ale acestor noi elongaţii locale $\psi_k = \psi'_k : \alpha_k$ prin elementele de volum la care se referă, extinsă asupra întregului spaţiu, să fie egală cu unitatea. Funcţia ψ_k ce exprimă noile elongaţii, care au frecvenţa proprie f_k, obţinute prin această operaţie de *normare,* în funcţie de coordonatele punctelor din spaţiu la care se referă, se numeşte *funcţia proprie normată,* frecvenţială, a cîmpului de unde dat, referitoare la frecvenţa proprie f_k. Proporţiile de reducere, respectiv de mărire α_k se numesc *coeficienţii (reali) de dezvoltare* ai mărimii ce vibrează în cîmpul dat, în dezvoltarea ei în raport cu funcţiile sale proprii frecvenţiale; aceştia caracterizează proporţiile în care diferitele unde monocromatice participă (prin elongaţiile lor) la constituirea cîmpului de unde normat dat. Funcţia de undă normată a unui cîmp de unde dat e deci egală cu suma produselor coeficienţilor ei (reali) de dezvoltare, prin funcţiile ei proprii normate, frecvenţiale, care sînt în general complexe. — Există şi cazuri, asociate în special unor proprietăţi de simetrie, în care aceleiaşi frecvenţe proprii îi corespund mai multe forme de funcţii proprii normate, numărul acestora constituind *gradul de degenerescenţă* al cazului considerat. Cînd spectrul frecvenţelor proprii e continuu, elongaţiile se exprimă prin produsul dintre creşterile infinitezimale ale frecvenţei şi densitatea de frecvenţă a elongaţiilor undelor monocromatice componente, — şi fiecărui interval infinitezimal al frecvenţei i se asociază cîte o funcţie proprie. Limitîndu-ne la cazul spectrelor discrete, care cuprind esenţialul, putem enunţa regula principiului funcţiei de undă referitoare la repartiţia statistică a energiei sistemelor mecanice: analiza Fourier în raport cu timpul determină, pentru fiecare funcţie de undă, un şir de frecvenţe proprii f_1, f_2, f_3,..., împreună cu coeficienţii reali de dezvoltare $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$,... pe care funcţia de undă normată îi are în dezvoltarea ei în raport cu funcţiile ei proprii normate ψ_1, ψ_2, ψ_3,..., considerate faţă de frecvenţă, iar pătratele $\alpha_1^2, \alpha_2^2, \alpha_3^2$,... ale acestor coeficenţi reprezintă probabilităţile ca, — la o măsurare a energiei sistemului mecanic care se găseşte în starea descrisă de funcţia de undă (normată) care a fost supusă analizei Fourier, — energia să aibă valorile proprii care corespund, conform relaţiei lui Planck, acestor frecvenţe proprii, — şi care sînt singurele posibile: $W_1 = hf_1$; $W_2 = hf_2$; $W_3 = hf_3$;... .

Pentru a detecta *numărul de unde* asociat, într-un moment dat, unei coordonate, în descrierea unui cîmp de unde, se procedează în felul următor: se consideră modul în care, pentru momentul t, funcţia de undă normată depinde de una dintre coordonate (de exemplu x), menţinîndu-le pe celelalte (de exemplu y şi z) constante — şi se efectuează analiza ei Fourier, descrisă mai sus, în raport cu acea coordonată (x), punînd în evidenţă valorile proprii ale lungimii de undă componente, respectiv ale componenţei asociate k_x a numărului de unde, împreună cu funcţiile proprii respective în dezvoltarea ei în raport cu coordonata; coeficienţii de dezvoltare respectivi nu vor mai depinde de această coordonată (x), ci numai de perioada respectivă, adică de lungimea de undă componentă, respectiv de componenta k_x a numărului de unde asociat, — cum şi de celelalte coordonate (în exemplul nostru y şi z) şi eventual de timpul t ; deci, ei pot fi strînşi într-un singur coeficient, funcţie de k_x, y, z, şi eventual t; $\alpha = \alpha\ (k_x, y, z, t)$. Conform celei de a treia reguli din principiul funcţiei de undă, dacă se efectuează normarea la unitate, pătratul acestui coeficient de dezvoltare reprezintă densitatea probabilităţii ca, în spaţiul impulsurilor, la o măsurare a componentelor impulsurilor sistemului mecanic care se găseşte în starea descrisă de funcţia de undă (normată) care a fost supusă acestei analize Fourier, componenta p_x a impulsului să aibă valoarea „proprie" $p_x = hk_x$, unde k_x este o valoare „proprie" a componentei numărului de unde asociat coordonatei respective (x). Analog se procedează pentru determinarea densităţilor de probabilitate ca, la o măsurare, să se măsoare anumite valori „proprii", cuprinse eventual în anumite intervale infinitezimale, ale altor componente de impuls, ca p_y sau p_z . Pentru a determina densitatea în spaţiul impulsurilor a probabilităţii de a obţine concomitent, la o măsurare, componente ale impulsurilor egale cu p_x, p_y, p_z etc., trebuie să se efectueze dezvoltări succesive ale funcţiunilor care reprezintă coeficienţii de dezvoltare ai funcţiei de undă, în raport cu toate coordonatele asociate acestor componente de impulsuri ; se obţine astfel un coeficient de dezvoltare rezultant, care mai depinde numai de componentele p_x, p_y şi p_z ale impulsului — şi eventual de t, — adică o funcţie numai de p_x p_y p_z şi t, asociată funcţiei de undă (care depinde de x, y, z şi t), iar pătratul valorii absolute a acestui coeficient de dezvoltare rezultant este densitatea, în spaţiul de impulsuri, a probabilităţii căutate. —

Fizicienii au arătat că, în general, aplicînd funcţiei de undă normate o operaţie care e caracteristică fiecărei specii de mărimi şi care dă dezvoltarea funcţiei de undă normate în raport cu funcţiile proprii normate ale acestei specii, se obţine, prin valorile proprii ale speciei şi prin pătratele coeficienţilor dezvoltării, repartiţia statistică a acestei specii în starea descrisă de funcţia de undă, adică repartiţia statistică ce s-ar obţine realizînd condiţiile fizice pentru măsurări exacte ale speciei de mărimi şi efectuînd aceste măsurări. Repartiţiile statistice date de funcţia de undă nu trebuie confundate cu repartiţiile statistice ale erorilor de măsură, care, dacă au fluctuaţii nenule, echivalează cu cunoaşterea *imprecisă* a înseşi funcţiei de undă. Colectivul statistic la care se referă repartiţia statistică a unei specii *date* de mărimi e deci determinat de realizarea condiţiilor fizice pentru măsurările ei exacte, iar elementele (evenimentele) lui sînt rezultatele măsurării ei exacte. Cum funcţia de undă strînge într-un singur mănunchi repartiţiile statistice corespunzătoare condiţiilor de o eventuală măsurare exactă a oricărei specii de mărimi mecanice, ea caracterizează însuşi sistemul microfizic considerat — şi nu se referă special la nici unul dintre colectivele statistice realizabile pentru diferitele specii de mărimi ale sistemului microfizic a cărui stare cuantică o descrie.

Există, în general, mai multe mărimi fizice care admit acelaşi sistem de funcţii proprii normate ; ele se numesc mărimi *comutabile*. De exemplu, orice mărime care e funcţie numai de o singură (altă) mărime fizică, e comutabilă cu această ultimă mărime. Două coordonate generale, două impulsuri generale, sau un impuls general şi o coordonată generală care nu-i e canonic conjugată, sînt alte exemple de perechi de mărimi *comutabile*. Mărimile care nu admit un acelaşi sistem de funcţii proprii normate se numesc mărimi *necomutabile*. Comutabilitatea nu este o relaţie tranzitivă cînd intervin şi mărimi ale căror valori proprii prezintă *degenerescenţă*. În adevăr, în acest caz, mărimea cu degenerescenţă poate comuta cu o primă mărime prin anumite funcţii proprii ale ei şi cu o a doua prin funcţii proprii ale ei care diferă cel puţin în parte de primele, aşa încît prima şi cea de a doua mărime pot să nu aibă acelaşi sistem de funcţii proprii, adică să nu fie mărimi comutabile. Două mărimi canonic conjugate, — cum sînt un impuls general şi coordonata generală corespunzătoare, — constituie un exemplu de pereche de mărimi necomutabile (deşi sînt separat comutabile între ele atît impulsurile generale, cît şi coordonatele generale, sau impulsurile generale şi coordonatele generale care nu le sînt asociate).

În problemele noastre prezintă importanţă şi distincţia dintre sistemele din „stările“ care reprezintă cazuri pure — şi cele din „stările“ care reprezintă amestecuri (de cazuri pure). Fie un sistem general format din N sisteme parţiale egale, a cărui stare e descrisă printr-o funcţiune de undă normată ψ, pe care o considerăm dezvoltată în raport cu funcţiunile ei proprii normate — în general complexe — ψ_{mk} faţă de o mărime m, adică $\psi = \Sigma\, \alpha_{mk}\, \psi_{mk}$, unde α_{mk} sînt coeficienţii ei reali de dezvoltare în raport cu ψ_{mk}. În aceste condiţii, despre care spunem că realizează un caz pur, probabilităţile ca, la măsurarea exactă a mărimii m, să se obţină în sistemul general valorile proprii m_k sînt α^2_{mk}. Dacă sistemul se găsește întîmplător în starea descrisă prin funcția de undă ψ_i, se observă că probabilitatea de a găsi la măsurare valoarea proprie m_i este $\alpha^2_{mi} = 1$, probabilitățile de a găsi oricare altă valoare proprie m_k $(k \neq i)$ fiind nule ($\alpha^2_{mk} = 0$ pentru $k \neq i$). Se mai observă imediat că s-ar obține aceleași probabilități α^2_{mk} de a obține valori m_k la măsurarea mărimii m, dacă s-ar supune probei un sistem general format din aceleași N sisteme parțiale egale, dintre care tot cîte o fracție α^2_{mk} s-ar găsi nu în starea unică descrisă de funcția de undă indicată mai sus, ci în stările „proprii“ distincte, descrise de funcțiile ei de undă proprii în raport cu m, care sînt ψ_{mk}. În adevăr, în ultimul sistem general, format prin amestecul de sisteme parțiale ce se găsesc în stări pure distincte, probabilitatea de a măsura valoarea m_k a mărimii m ar fi echiunitară numai la fracțiunea α^2_{mk} din cele N sisteme parțiale, ceea ce ar da tot probabilitatea α^2_{mk} de a măsura valoarea m_k în sistemul general format din toate cele N sisteme parțiale. Totuși, cele două sisteme generale *nu* se găsesc în aceeași „stare cuantică“, adică nu dau aceleași repartiții statistice la măsurarea unor mărimi M care *nu* comută cu mărimea m. Arătăm acest lucru folosind o operație de *măsurare* a unei mărimi.

Măsurarea unei mărimi este o operație care dă o valoare bine determinată (teoretic exactă) a mărimii și livrează *aceeași* valoare, dacă e repetată imediat. Se observă deci că, prin măsurare, sistemul fizic e constrîns să treacă în starea sa descrisă prin funcția de undă proprie corespunzătoare valorii măsurate a mărimii supuse controlului (spre a da apoi o probabilitate echiunitară pentru valoarea măsurată, la repetarea imediată a măsurării), fără însă ca *faza inițială* a acestei funcții de undă proprii să fie determinată. Să presupunem deci că măsurăm mărimea m și că determinăm astfel valoarea ei proprie m_k prin ceea ce trecem sistemul în starea sa ψ_{mk}. Dezvoltînd pe ψ_{mk} în funcție de funcțiile proprii ψ_{Mi} ale unei mărimi M, necomutabilă cu m, găsim $\psi_{mk} = \Sigma\, \beta_{ki}\, \psi_{Mi}$ unde β^2_{ki} sînt probabilitățile de a cădea peste valorile proprii corespunzătoare M_i la o măsurare a mărimii M. Dacă măsurăm pe M și cădem peste valoarea M_l, trecem sistemul în starea sa ψ_{Ml}. Dezvoltînd pe ψ_{Ml} în funcție de funcțiile proprii ψ_{mn} ale mărimii inițiale m, găsim $\psi_{Ml} = \Sigma \gamma_{ln}\, \psi_{mn}$, unde γ^2_{ln} sînt probabilitățile — în general subunitare — de a cădea peste valorile m_n la o măsurare a mărimii m. Deci, repetînd măsurarea lui m, după ce am măsurat valoarea sa m_k, însă înainte de a intercala o măsurare a unei mărimi M necomutabile cu m, găsim sigur tot valoarea m_k; dacă repetăm însă măsurarea mărimii m după ce am măsurat valoarea ei m_k și am intercalat apoi și măsurarea unei mărimi M care nu comută cu m, cu rezultatul M_l, nu mai obținem sigur tot valoarea m_k, ci valorile m_n cu probabilitățile în general subunitare γ^2_{ln}. Rezultă că, prin trecerea sistemului în starea ψ_{Ml} la măsurarea mărimii M — necomutabilă cu m, — sistemul a fost *perturbat* față de starea lui anterioară, fiindcă rezultatul măsurării mărimii m este altul decît dacă nu s-ar fi măsurat mărimea M. Mai observăm că perturbarea concretă produsă la măsurarea mărimii M e imprevizibilă teoretic, funcția de undă dînd numai *probabilitățile* pentru survenirea diferitelor valori *posibile* (proprii) ale mărimii M; ea nu e nici controlabilă pe cale experimentală, în sensul că instalațiile posibile pentru măsurarea mărimii M nu au nici o influență asupra probabilităților de survenire a diferitelor valori posibile ale acestei mărimi. Mai amintim că trecerea unui sistem fizic din starea sa descrisă de funcția de undă $\psi = \Sigma\alpha_{mk}\psi_{mk}$, în starea sa descrisă de o funcție de undă proprie ψ_{mk}, la măsurarea mărimii m și căderea peste valoarea ei m_k, se numește *reducerea pachetului de unde* (inițial, la o singură funcțiune de undă, proprie). — Necesitatea deranjării incontrolabile a sistemului fizic la operația fizică de măsurare rezultă indirect și din împrejurarea că funcția de undă dă o descriere completă sau maximală a sistemului fizic în care se operează, atît înainte de măsurare (ψ), cît și după această operație (ψ_{mk}). În adevăr, la măsurare se realizează o determinație în plus a sistemului fizic față de situația de dinainte de măsurare; pentru ca aceasta, cumulată cu ceea ce a rămas din determinația maximală de dinainte de măsurare, să nu conducă la o determinație supermaximală, care nu e posibilă, trebuie ca măsurarea să șteargă cel puțin parțial determinația anterioară, ceea ce se realizează prin deranjarea imprevizibilă și incontrolabilă, amintită.

Să considerăm acum sistemul general format din N sisteme parțiale egale și în starea pură $\psi = \Sigma\alpha_{mk}\psi_{mk}$ și să măsurăm la acestea mărimea m. Vom obține la cîte o fracțiune α^2_{mk} a sistemelor parțiale valorile m_k, adică vom trece cîte o astfel de fracție din sisteme în starea pură ψ_{mk}. În amestecul acestora, pe care observăm că am reușit să-l obținem prin măsurare, repartiția statistică a mărimii m a rămas aceeași ca în sistemul general înainte de măsurare, însă repartițiile statistice ale mărimilor M necomutabile cu m nu mai sînt, în amestecul de sisteme, aceleași ca în sistemul general pur, inițial, pentru că a intervenit măsurarea mărimii m, care a perturbat starea. Prin măsurare, sistemul general a trecut din clasa cazurilor pure în clasa amestecurilor, a căror situație fizică nu poate fi descrisă cu ajutorul unei *singure* funcții de undă, ci numai cu un *amestec* de astfel de funcții — și anume de funcții *proprii,* de faze inițiale rămase *nedeterminate.* Rezultă că în cazul pur, în care sînt determinate (pînă la una) și fazele inițiale ale funcțiilor proprii, determinația stării sistemului general e mai detaliată decît în cazul amestecului, în care determinația nu e deci maximală. După ce s-a obținut prin măsurare un amestec dintr-un caz pur, pentru a restabili din nou un caz pur, trebuie să se efectueze și o *alegere,* și anume cel mult a acelora dintre sistemele mulțimii inițiale, la care și noua măsurare a dat o aceeași valoare a mărimii.

Cînd se spune că, prin măsurarea exactă a unei mărimi, efectuată asupra unui singur sistem, s-a realizat un caz pur sau s-a obținut funcția de undă proprie corespunzătoare, se subînțelege că aceasta e considerată pentru mulțimea formată de acel sistem și de altele, la care măsurarea mărimii considerate dă același rezultat. Mai observăm că în mecanica cuantică se înțelege, în semnificație restrînsă, prin *stare,* numai *cazul pur,* descriptibil printr-o singură funcție de undă — și nu cazul amestecurilor, descriptibile numai prin amestecuri de astfel de funcții.

12. *Ecuația lui Schrödinger și determinarea funcției de undă pe bază experimentală.* Ecuației lui Newton, — care exprimă legea de desfășurare a mișcării în mecanica clasică nevtoniană și în care intervin mărimile canonic conjugate impuls și rază vectoare, — îi corespunde în mecanica cuantică *ecuația lui Schrödinger,* — care exprimă legea de desfășurare pe care o satisface funcția de undă a sistemului mecanic considerat, funcție ce nu depinde simultan de mărimi canonic conjugate ale sistemului. În condiții fizice date, această ultimă ecuație determină *univoc* valorile funcției de undă a sistemului în orice moment ulterior, în funcție de valorile ei inițiale, despre care vom arăta că se pot determina experimental pe baza măsurării a două sisteme de repartiții statistice în momente extrem de apropiate. Condițiile fizice date intervin în ecuația lui Schrödinger prin faptul că coeficienții ei conțin mărimi ce depind de forțele din teoria clasică a fenomenelor, care țin seamă de cîmpurile din această teorie, inclusiv de prezența corpurilor macroscopice, cu care se pot ciocni microobiectele. Aceste mărimi determină deci univoc evoluția viitoare a funcției de undă în funcție de valorile ei inițiale, care sînt astfel necesare și suficiente în acest scop. Între stările cuantice ale microobiectelor definite cu funcția de undă, există deci o legătură de desfășurare *exactă* — și Schrödinger a demonstrat că în cursul acestei desfășurări normarea funcției de undă se păs-

trează. Schrödinger a identificat apoi valorile proprii ale energiei $W_p = hf_p$, care rezultă din ecuaţia sa în funcţie de valorile proprii ale frecvenţei şi corespund oscilaţiilor staţionare, cu valorile energiei din stările cuantic staţionare ale teoriei cuantificării pe model a lui Bohr şi Sommerfeld.

Cum funcţia de undă, despuiată sistematic, dă repartiţia statistică pentru oricare mărime de stare clasică, este important să se releve că, în conformitate cu o teoremă a lui Feenberg, funcţia de undă e complet determinată, — pînă la o fază iniţială comună tuturor punctelor spaţiului de configuraţii şi în rest nesemnificativă, — de împrejurarea că satisface ecuaţia lui Schrödinger, îmbinată cu *două* repartiţii statistice, într-un moment iniţial şi într-un moment oricît de apropiat de el, ale celor *s* coordonate generale ale sistemului fizic a cărui stare o descrie, adică exclusiv în funcţie de legi şi de date experimentale; repartiţia statistică din cel de-al doilea moment serveşte numai pentru a calcula valorile pe care le au, în primul dintre momente, derivatele în raport cu timpul ale repartiţiilor statistice ale coordonatelor generale. (Funcţia de undă nu e însă complet determinată de împrejurarea că satisface ecuaţia lui Schrödinger, îmbinată *numai* cu repartiţiile statistice, într-un moment dat, ale *coordonatelor* şi *impulsurilor* generale ale sistemului fizic a cărui stare o descrie).

Funcţia de undă se determină deci cum urmează pentru un moment iniţial, din date experimentale statistice şi din faptul că satisface ecuaţia lui Schrödinger : se consideră o mulţime iniţială de sisteme fizice egale, în condiţii fizice egale, astfel încît starea sistemelor să fie descriptibilă printr-o singură funcţie de undă, şi se separă mulţimea „pură“ în *trei* submulţimi. În *una* dintre acestea se determină repartiţia statistică iniţială pentru coordonatele generale, iar într-o *a doua*, repartiţia statistică într-un moment extrem de apropiat pentru aceleaşi coordonate generale. (Este nevoie de aceste *două* submulţimi, fiindcă statistica în al doilea moment pentru coordonate nu trebuie obţinută din prima submulţime *după* ce s-a intervenit asupra acesteia pentru determinarea repartiţiei *iniţiale* pentru coordonate, operaţie care a putut suprima starea iniţială a primei submulţimi). Funcţia de undă care se obţine apoi din faptul că ea satsface ecuaţia lui Schrödinger şi pe baza celor *două* determinări experimentale ale repartiţiilor statistice ale coordonatelor, efectuate în momente oricît de apropiate unul de altul, caracterizează starea iniţială a celei de-a treia submulţimi; ea caracterizează şi oricare mulţime de felul mulţimii iniţiale considerate, în starea de dinainte de intervenţia pentru determinarea repartiţiilor statistice ale coordonatelor, însă și fiecare sistem fizic de acest fel în parte, subînțelegînd colectivul în cadrul căruia trebuie considerat. Valorile inițiale, obținute în acest fel, ale funcției de undă, împreună cu ecuația lui Schrödinger, care cuprinde în coeficienții săi și condițiile fizice, determină univoc valorile ei viitoare. Dacă se măsoară apoi exact o anumită mărime și se găsește o anumită valoare a ei, căreia îi corespunde o anumită funcție proprie pentru funcția de undă, dispozitivul de măsură a influențat în așa fel *sistemul,* încît s-a trecut de la pachetul de unde inițial la funcția de undă proprie indicată mai sus, această trecere, numită *reducția pachetului de unde, nefiind dată de ecuația lui Schrödinger,* adică fiind teoretic imprevizibilă și experimental incontrolabilă, ca de altfel orice eveniment unic aleatoriu, care nu rezultă din legea statistică privitoare la el.

13. *Principiul cauzalității în mecanica cuantică.* În condiții exterioare date, sistemul legilor dinamice ale mecanicii clasice determină univoc mișcarea viitoare a unui mic corp abia în funcție de valorile bine determinate și concomitente, pe care le-ar avea într-un moment inițial dat atît coordonatele sale, cît și componentele corespunzătoare ale impulsului său mecanic. Cum acestea sînt mărimi canonic conjugate două cîte două, principiul funcției de undă (respectiv relațiile de imprecizie care rezultă din acesta) arată — și experiența confirmă — că nu există și nu sînt realizabile stări fizice în care microobiectele să prezinte toate aceste mărimi de stare, cu valori concomitente bine determinate. Fizicieni grăbiți au dedus de aici că cercetarea microfizică ar fi infirmat principiul cauzalității, deoarece nu am mai putea prevedea viitorul. Analog oarecum cazului cîmpului electromagnetic, aparența infirmării principiului cauzalității e provocată numai prin faptul că, prin ipoteză, se atribuie microobiectelor în stări realizabile, drept mărimi de stare cu valori concomitent bine determinate, mărimi pe care microobiectele nu le pot prezenta concomitent și cu astfel de valori (nici chiar ca mărimi relative la mediul fizic de reperare în prezența căruia se găsesc). În adevăr, experiența verifică în fiecare caz toate concluziile care rezultă, chiar și pe baza legilor *dinamice* ale mecanicii clasice, din acea parte a condițiilor inițiale și la limită care e reprezentată de valori măsurate *precis* și *concomitent* ale unor mărimi de stare clasice, și anume în condițiile fizice în care această măsurare e *posibilă* (condiții care sînt date însă de mecanica cuantică, fiindcă precizia măsurabilității simultane a valorilor mărimilor canonic conjugate e limitată de relațiile de imprecizie ale acestei mecanici). Legile dinamice de *conservare* din mecanica clasică fac parte din

această clasă, fiindcă în ele intervine cîte o singură specie de mărimi clasice de stare, pentru care nu există limitare a preciziei de măsurare separată, însă numai în condiţiile fizice în care mărimea canonic conjugată mărimii conservative rămîne complet nedeterminată. De aceea experienţa nu infirmă legile dinamice de conservare ale mecanicii clasice, de a căror valabilitate fizicienii se folosesc doar implicit în detectarea proprietăţilor microobiectelor. Propoziţiile dinamice *de conservare* ale fizicii clasice — neavînd niciodată realizate condiţiile aplicabilităţii lor *concomitente* — nu determină singure în mod univoc evoluţia viitoare a sistemelor fizice; ele limitează evoluţiile viitoare posibile, *fără* a reda efectele dualităţii undă-corpuscul, adică sînt insuficiente. De altă parte, experienţa nu ne dă ocazia de a aplica concomitent şi integral *toate* celelalte legi dinamice ale mecanicii clasice, care ar realiza determinaţia univocă, fiindcă, în conformitate cu relaţiile de imprecizie, experienţa nu ne indică stări în care microobiectele să prezinte valori exacte pentru toate acele mărimi de stare clasice care constituie perechi de mărimi cononic conjugate una cu alta. De *aceea* e nevoie *şi* de ecuaţia lui Schrödinger; din ea rezultă însă în condiţii extreme şi propoziţiile de conservare amintite. — Experienţa verifică toate consecinţele care derivă atît din această ecuaţie, cît şi din principiul descrierii stărilor microobiectelor prin funcţia de undă.

Cum funcţia de undă reprezintă sintetic numai *repartiţii statistice* pentru mărimile de stare clasică, evoluţia ei riguroasă, determinată de ecuaţia lui Schrödinger, exprimă însă, între evenimentele (dinamice) elementare, o legătură care e numai *statistică* în cadrul anumitor colective — şi deci ecuaţia lui Schrödinger exprimă o *lege statistică de desfăşurare* —, spre deosebire de legăturile dinamice exprimate de legile de desfăşurare ale mecanicii clasice, care ar permite şi previziunea fiecărui eveniment elementar în parte. Şi în mecanica cuantică există, cum am arătat, probabilităţi echiunitare, adică fluctuaţii nule pentru mărimile predeterminate, însă numai în cazuri excepţionale (care echivalează cu realizarea condiţiilor de aplicabilitate a propoziţiilor de conservare), regula fiind probabilităţile subunitare.

Observăm astfel că, prin intermediul funcţiei de undă, în condiţii fizice date, pentru orice sistem fizic, repartiţia statistică a coordonatelor sale generale într-o stare iniţială, împreună cu derivata în raport cu timpul a acestei repartiţii, determină în mod univoc repartiţiile statistice trecute şi viitoare ale tuturor mărimilor de stare clasice ale sistemului (formularea principiului cauzalităţii în mecanica cuantică).

În conformitate cu mecanica cuantică, determinația mărimilor dinamice din stările-efect de către sistemul mărimilor dinamice din stările-cauză e deci *statistică*. Nu se neagă existența determinației mărimilor de stare dinamice din efect de către sistemul de mărimi de stare dinamice din cauze; în mecanica clasică s-a admis însă că această determinație este de tipul *dinamic* sau laplacian (cauzalitate dinamică), iar în microfizică se face precizarea că tipul acestei determinații este cel *statistic* (cauzalitate statistică). De exemplu, în cazul „ciocnirii“ a două microobiecte, mecanica cuantică nu răspunde la întrebarea care este starea clasică „completă“ a microobiectelor după ciocnire, fiindcă microobiectele nici nu au o astfel de stare; ea răspunde numai la întrebarea cît de mari sînt probabilitățile de a întîlni după ciocnire, într-o experiență, diferitele efecte posibile ale ciocnirii.

Relațiile de imprecizie ale lui Heisenberg, prinse împreună cu dualitatea undă-corpuscul în principiul funcțiunii de undă, cum și determinația doar a *repartițiilor statistice* ale mărimilor de stare clasică de către aceste repartiții ale lor într-o stare inițială, au provocat numeroase erori în problema relației dintre subiectul cunoscător și obiectul cunoscut de el. Am arătat că, prin confuzia dintre corp și conștiință, unii cercetători au ajuns la convingerea neîntemeiată că proprietățile de undă respectiv de corpuscul, pe care le prezintă microobiectele, ar depinde de actul subiectiv al observației. Alți cercetători au caracterizat situația afirmînd, ca urmare a unor confuzii asemănătoare, că separația dintre subiect și obiect nu ar mai putea fi făcută decît cu un anumit arbitrar, sau că subiectul ar „crea“ obiectul în actul observației, sau că funcția de undă ar avea caracter subiectiv, și alte afirmații eronate, în spiritul idealismului filozofic. Acestea nu au însă nici un sprijin în mecanica cuantică, al cărei obiect îl constituie proprietățile și relațiile dintre sistemele fizice și ale cărei aserțiuni sînt formulabile (și au fost formulate mai sus, în partea care prezintă interes pentru cauzalitate) fără raportarea la vreun observator.

Bazată pe principiile și legile expuse mai sus, mecanica cuantică a explicat însă clase întinse de fenomene, în conformitate cu experiența. În această situație, cercetătorii și-au pus problema dacă oare cauzalitatea statistică din noua micromecanică este un fapt definitiv sau dacă există perspectiva ca fizica nouă să se apropie în viitor de cauzalitatea dinamică ? Ambele alternative au adepți printre fizicienii de astăzi, și anume fiecare în mai multe variante. Prezentăm succint și această problemă, deși am urmărit în principal formularea și funcțiile principiului cauzalității în teoriile fizice *constituite*.

Majoritatea fizicienilor, printre care şi cunoscutul academician Fock, au adoptat punctul de vedere radical care consideră că tipul de cauzalitate statistică trebuie acceptat ca o bază viitoare a fizicii. Alţii, printre care şi profesorul Terleţki, acceptă atît mecanica nouă, cît şi interpretarea ei statistică, dar, aplicînd exclusiv postulatul unui principiu al cauzalităţii *dinamice*, deduc (după metoda expusă de noi în capitolul despre principiul cauzalităţii şi problemele sistemelor fizice) că ar mai exista mărimi de stare care încă nu ne sînt cunoscute (parametri ascunşi) şi care, dacă ne-ar fi cunoscute, ne-ar permite să formulăm şi în microfizică legi exclusiv dinamice, la care s-ar putea reduce actualele legi statistice. Fizicianul J. von Neumann a demonstrat că, *dacă* şi repartiţiile eventualilor parametri astăzi ascunşi sînt reprezentabile printr-o funcţie de undă, nu pot exista astfel de parametri, care să permită realizarea unei cauzalităţi dinamice. Or, cînd se afirmă existenţa unor astfel de parametri, se neagă tocmai aplicabilitatea principiului funcţiei de undă la noii parametri. Această negaţie însemnează însă că partea din actuala mecanică cuantică privitoare la posibilitatea de a aplica principiul funcţiei de undă tuturor mărimilor de stare clasice, dinamice, canonic conjugate (inclusiv noilor parametri) ar trebui să fie falsă în sensul următor: ar trebui să fie posibil să se combine în aşa fel măsurări ale noilor parametri cu măsurări (de exemplu) ale coordonatelor generale, încît rezultatele obţinute să predetermine univoc valorile exacte ale celorlalte mărimi de stare clasice. Relaţiile de nedeterminare ar fi deci valabile numai cît nu se folosesc noii parametri, iar cînd s-ar folosi şi aceştia, s-ar putea realiza cu ajutorul lor o astfel de sortare a sistemelor fizice, încît, în masele constituite în acest fel, să nu mai fie aplicabil principiul funcţiei de undă, adică să nu mai fie realizate relaţiile de imprecizie. Pînă acum nu există însă nici o indicaţie experimentală, directă sau indirectă, privitoare la existenţa sau natura unor astfel de parametri ascunşi. Alţii, ca profesorul D. I. Blohinţev, acceptă interpretarea statistică în mecanica cuantică, dar încearcă să arate, drept cauză a apariţiei evenimentelor individuale, legătura dintre microfenomene şi condiţiile macroscopice în care se produc. În sfîrşit, alţi fizicieni, printre care şi L. de Broglie, sînt de părere că actuala mecanică cuantică e numai *aproximativ* exactă şi că ea trebuie înlocuită cu o teorie care are numai legi dinamice, astfel încît actualele legi ale mecanicii cuantice să apară doar ca aproximaţii ale legilor unei teorii mai precise.

Nu e nevoie ca, în concluzie, să facem pronosticuri asupra dezvoltării viitoare a microfizicii în vreuna din direcțiile prezentate mai sus ; ajunge să relevăm doar faptul că, în oricare dintre aceste eventualități, principiul cauzalității nu va fi infirmat, ci se va preciza numai măsura în care determinația necesară a evenimentelor care consistă în realizarea unor valori ale mărimilor de stare clasice, dinamice, este în fizică de tipul dinamic, respectiv de tipul statistic.

METODOLOGIA GENERALĂ ȘI METODOLOGIA PARTICULARĂ ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ (CHIMIE)

de *TOMIN UROȘ*

Cunoașterea științifică are drept obiect realitatea obiectivă, reflectarea legilor ei. Deosebirea dintre diferite discipline științifice constă în faptul că fiecare știință cercetează forme diferite de mișcare a materiei, diferite aspecte ale realității obiective. Spre deosebire de științele speciale, filozofia materialistă dialectică studiază nu o parte anumită a realității obiective, ci realitatea obiectivă în ansamblul ei, reflectînd legile cele mai generale ale acesteia, legile cele mai generale ale naturii, ale societății și ale gîndirii.

Cercetînd părți anumite ale realității, științele speciale nu pot avea drept obiect legile cele mai generale ale naturii, proprii tuturor formelor de mișcare a materiei, ci numai legile unor anumite forme de mișcare a materiei, care au, ca atare, un caracter particular.

Între legile cele mai generale, proprii întregii realități obiective, și legile particulare, valabile numai pentru o anumită parte a acestei realități există deci raportul dialectic dintre general și particular. Acest raport este limpede formulat de către Lenin. „Particularul — arată Lenin — nu există decît în legătură cu ceea ce duce spre general. Generalul nu există decît în particular, prin particular. Orice particular este (într-un fel sau altul) general. Orice general este o părticică (sau o latură sau esență) a particularului“ [1].

În consecință, legile cele mai generale există în legile particulare, prin aceste legi, dar nu se dizolvă în ele ; legile particulare nu există decît în legătură cu ceea ce duce spre legile generale, cuprinzînd laturi și aspecte ale legilor generale.

În fiecare lege particulară, de pildă, este reflectat, într-o formă sau alta, raportul dintre schimbările cantitative și transformările calitative, unitatea și interacțiunea contrariilor etc.

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, Ed. politică, București, 1959, p. 365.

Generalizarea conţinutului dialectic al legilor concrete duce la formularea legilor celor mai generale ale naturii, valabile nu numai pentru un grup de fenomene, ci pentru toate fenomenele naturii şi ale societăţii.

Din acest raport dialectic dintre obiectul filozofiei materialist-dialectice şi obiectul ştiinţelor speciale rezultă acelaşi raport dialectic între materialismul dialectic şi ştiinţele naturii : raportul dintre materialismul dialectic şi ştiinţele speciale este, în esenţa lui, raportul dialectic dintre general şi particular. Filozofia şi ştiinţele speciale se presupun şi se condiţionează reciproc, după cum se presupun şi se condiţionează reciproc generalul şi particularul.

Dar orice ştiinţă este în acelaşi timp şi metodă, are metode proprii de cercetare. Teoria reprezintă ansamblul de legi generale ale unei ştiinţe sau alteia. Aceleaşi legi, atunci cînd sînt folosite în mod mai mult sau mai puţin conştient şi în vederea unui anumit scop, pentru aflarea adevărurilor noi şi pentru schimbarea corespunzătoare a realităţii obiective, reprezintă însăşi esenţa metodei de cunoaştere ştiinţifică şi de transformare a realităţii. Legile cele mai generale ale unei ştiinţe sau alteia pot servi drept metodă numai în cazul cînd ele reprezintă o reflectare adecvată a realităţii pe care o studiază. O metodă, ca să fie metodă în sensul adevărat al cuvîntului, trebuie să fie determinată de însuşi obiectul cercetării ştiinţifice. Gîndirea metodologică se efectuează după anumite legi, care nu sînt altceva decît o reflectare subiectivă a legilor obiective, reale ale înseşi lucrurilor şi fenomenelor reale. Dacă în conţinutul noţiunii de metodă nu s-ar include aspectul reflectării subiective a legilor obiective reale — lucru caracteristic pentru filozofia neopozitivistă —, ea ar înceta să mai fie metodă ştiinţifică. Tratarea metodei în legătură organică cu legile realităţii obiective reprezintă unul dintre aspectele fundamentale ale filozofiei marxiste, care îi conferă o putere uriaşă în cunoaşterea şi în transformarea revoluţionară a lumii.

Filozofia marxistă cunoaşte trei trepte privind metodologia ştiinţifică : treapta generală, metodologia materialist-dialectică ; treapta particulară, metodologiile comune unei serii de ştiinţe; şi treapta singulară, metodologiile proprii numai unor anumite ştiinţe. Metodologia materialist-dialectică este metodologia de cercetare a legilor celor mai generale ale lumii materiale şi ale transformării ei. Metodologia particulară sau singulară, metodologiile unor ştiinţe particulare nu sînt altceva decît ansamblul legilor al acestor ştiinţe folosite pentru cercetarea fenomenelor pe care le studiază ştiinţele respective.

Raportul dintre metodologia generală materialist-dialectică şi metodologiile ştiinţelor particulare reprezintă şi el un raport dialectic dintre general şi particular. Metodologia generală presupune metodologiile particulare de cercetare, şi invers. Una nu poate exista fără alta.

Un raport dialectic există şi între metodologiile proprii unei serii de ştiinţe şi metodologiile proprii numai unor anumite ştiinţe. Acest raport este condiţionat de strînsa legătură dintre diferite forme de mişcare a materiei şi de unele însuşiri mai generale, comune unei serii întregi de fenomene. Formele superioare de mişcare cuprind pe cele inferioare, fapt care determină aplicarea într-o ştiinţă a unor metode caracteristice pentru alte ştiinţe. În mişcarea biologică este cuprinsă, de exemplu, mişcarea fizică şi mişcarea chimică. Tocmai acest fapt determină necesitatea folosirii unor metode fizico-chimice în biologie.

Forma chimică de mişcare a materiei cuprinde, la rîndul ei, forma fizică de mişcare, ceea ce impune folosirea în chimie a unor metode fizice de cercetare.

De asemenea unei serii întregi de ştiinţe le este comună reflectarea unor însuşiri cantitative ale fenomenelor ceea ce duce la folosirea unor metode matematice în cadrul acestor ştiinţe. Pentru diferite ştiinţe speciale, şi mai ales pentru ştiinţele naturii, este caracteristic un anumit mod de abordare, de cercetare a fenomenelor care condiţionează folosirea experimentului ca mijloc, metodă de descoperire a adevărurilor noi şi de verificare a celor deja descoperite.

Metodologia materialist-dialectică se impune ştiinţelor speciale atunci cînd aceste ştiinţe trec în etapa dialectică de cercetare, atunci cînd încep să dezvăluie esenţa dialectică a formei de mişcare pe care o studiază. Ca ştiinţă a legilor celor mai generale ale mişcării, dezvoltării, transformării, dialectica materialistă îi ajută pe oamenii de ştiinţă să înţeleagă această mişcare, dezvoltare şi transformare în lucrurile, fenomenele pe care ei le studiază, să înţeleagă dialectica lor. Luminînd noile descoperiri ale ştiinţei, ajutînd la înţelegerea caracterului lor dialectic, materialismul dialectic se îmbogăţeşte şi de pe urma acestor descoperiri, capătă noi aspecte, o nouă fundamentare.

Ajungînd în faza în care reuşesc să dezvăluie caracterul dialectic al fenomenelor studiate, ştiinţele folosesc conştient sau spontan metoda dialectică de cercetare, care constă în ridicarea de la abstract la concret, în oglindirea fenomenelor naturii în unitatea diversităţii lor concrete.

Elaborarea concretului abstract pornind de la abstracţiile simple generale, sau ridicarea de la abstract la concret, constituie esenţa, miezul singurei metode de cercetare ştiinţifică, metodă pe care Marx o defineşte metoda analitică, iar Engels metoda logică. Noţiunea de metodă logică la Engels este sinonimă cu ceea ce Marx denumeşte metodă analitică. După cum subliniază în mod foarte just M. M. Rosental [1], metoda analitică sau metoda ridicării de la abstract la concret, nu trebuie privită ca o metodă nouă şi de sine stătătoare alături de metoda dialectică marxistă. Ea nu este decît expresia concretă a metodei dialectice aplicate la procesul de cercetare ştiinţifică a realităţii obiective. Cu ajutorul acestei metode, atît ştiinţa în dezvoltarea sa istorică, cît şi omul de ştiinţă în cercetarea sa reuşesc, conştient sau spontan, să oglindească dialectica diferitelor forme de mişcare a materiei. În fiecare ştiinţă, în funcţie de metodele particulare de cercetare proprii ştiinţei respective, metoda ridicării de la abstract la concret ia forme diferite, rămînînd însă în esenţa ei metoda dialectică de cunoaştere a lumii obiective.

Metoda ridicării de la abstract la concret, metoda logică ne oferă un instrument de inegalabilă putere pentru cercetarea atît a dezvoltării istorice a cunoaşterii, cît şi a actului individual al cunoaşterii ştiinţifice.

Cercetarea dezvoltării istorice a cunoaşterii ştiinţifice se impune cu atît mai mult, cu cît logica mişcării ideilor în cazul unui om de ştiinţă reproduce într-o formă prescurtată logica dezvoltării istorice în ştiinţa respectivă, coincide în momentele sale principale cu aceasta din urmă. Cu alte cuvinte, filogeneza coincide cu ontogeneza cunoaşterii. „Dezvoltarea unei noţiuni oarecare sau a unui raport de noţiuni (pozitiv şi negativ, cauză şi efect, substanţă şi accident) în istoria gîndirii — arată Engels — se află faţă de dezvoltarea lor, în cazul unui dialectician, în acelaşi raport în care se află evoluţia paleontologică a unui organism oarecare faţă de evoluţia lui embriologică (sau, mai bine zis, în istoria şi în embrionul izolat)“ [2].

Cercetarea, gîndirea ştiinţifică este cu atît mai rodnică şi eficace, cu cît este înarmată cu istoria cunoaşterii în ştiinţa respectivă, care, după cum o caracterizează foarte just, M. M. Rosental, reprezintă practica cunoaşterii [3]. Marea însemnătate a studierii dezvoltării cunoaşterii istorice a ştiinţei constă în faptul că „această cale istorică a cunoașterii... ne dă criteriul faptului cum trebuie să fie *calea logică a cunoașterii* în gîndirea omului contemporan“ [1].

---

[1] M. M. Rosental, *Problemele dialecticii în „Capitalul“ lui Marx*, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1957, p. 289.

[2] F. Engels, *Dialectica naturii*, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 204.

[3] M. M. Rosental, *Prinţipî dialekticeskoi loghiki*, Soţekghiz, 1960, p. 175.

★

Chimia a intrat în etapa dialectică a dezvoltării sale mai ales prin descoperirea de către D. I. Mendeleev a legii periodicității.

Pînă la mijlocul secolului al XIX-lea, chimia nu a putut cerceta, din cauza nivelului relativ scăzut al practicii care îngusta posibilitățile cunoașterii științifice, forma chimică de mișcare a materiei în ansamblul ei, ci numai fenomenele chimice, luate mai mult sau mai puțin izolat unul de altul. Mergînd pe această cale, chimia elabora abstracții generale, simple, cum este noțiunea de element chimic, de greutate atomică, de valență, de echivalent etc. Aceste noțiuni chimice erau privite fără legătură reciprocă. Apariția sistemului periodic al lui Mendeleev a pus capăt acestui mod de gîndire în chimie. Elaborînd legea periodicității, Mendeleev a pornit de la premisa că toate noțiunile menționate mai sus se află într-o strînsă legătură și că greutatea atomică este însușirea de bază a elementelor, de care depind toate celelalte însușiri. Efectuînd o muncă uriașă de sinteză a descoperirilor făcute pînă la el în chimie, Mendeleev privea elementele chimice, însușirile lor în legătura lor materială, în dezvoltarea lor istorică.

Orînduind elementele unul după altul în ordinea maselor atomice, dispunîndu-le în diferite grupe și comparînd aceste grupe între ele, el a descoperit că, într-o astfel de orînduire a elementelor, proprietățile lor chimice se repetă în mod periodic. Plasînd elementele înrudite prin proprietățile lor unul sub altul, Mendeleev a căpătat sistemul periodic al elementelor, baza teoriei chimice moderne. Cu alte cuvinte, Mendeleev a descoperit legea periodicității, conform căreia elementele orînduite după mărimea masei lor atomice prezintă o adevărată periodicitate a însușirilor lor chimice.

Legea periodicității, așa cum a fost formulată de Mendeleev, a fost o reflectare genială a dialecticii formei chimice de mișcare a materiei. Această lege a dezvăluit, în primul rînd, legătura profundă și multilaterală care există între elemente. De fapt, legea periodicității a legat toate elementele într-o singură linie de dezvoltare : de la elementul cel mai ușor și mai simplu, hidrogenul, pînă la elementul cel mai greu și mai complex, uraniul. Deși Mendeleev nu vorbește despre dezvoltarea elementelor chimice, despre transformarea lor, sistemul lui periodic duce în mod necesar la această concepție fundamentată ulterior.

---

[1] M. M. Rosental, *op. cit.*, p. 176.

Teza lui Mendeleev că proprietăţile chimice ale elementelor sînt o funcţiune periodică a greutăţilor atomice exprimă de fapt, în limbajul chimic, acţiunea legii schimbărilor cantitative în schimbări calitative. Potrivit acestei teze, calitatea elementelor este condiţionată de greutatea lor atomică, iar creşterea greutăţilor atomice în seriile sistemului periodic înseamnă succesiunea elementelor cu alte proprietăţi, cu altă calitate.

Legea trecerii schimbărilor cantitative în schimbări calitative, în sistemul periodic al lui Mendeleev, îşi găseşte expresia şi în saltul prin care proprietăţile şi însuşirile elementelor dintr-o perioadă se accentuează treptat în perioada următoare, după ce în decursul perioadei date apar elemente cu proprietăţi contrare elementelor cu care începe perioada. Perioada nouă repetă apoi acest proces pe o bază nouă. De exemplu, la începutul fiecăreia din perioadele sistemului periodic figurează un element cu proprietăţi metalice foarte pronunţate ; este vorba de un metal alcalin. Mergînd de la stînga spre dreapta în sistemul periodic, găsim elemente ale căror proprietăţi metalice scad treptat, proprietăţile lor nemetalice (metaloide) crescînd treptat. La sfîrşitul perioadei găsim un element cu proprietăţi nemetalice extrem de pronunţate, un halogen. După aceste elemente urmează gazele inerte, care aparţin aşa-zisei grupe zero. În perioada care urmează în tabelul lui Mendeleev apare din nou un element cu proprietăţi metalice foarte pronunţate, care iarăşi sînt negate treptat de proprietăţi nemetalice, pînă se ajunge din nou la elementele halogene şi gaze inerte. Apoi se produce din nou saltul la un alt element alcalin şi aşa mai departe. Elementele din noile perioade, din punctul de vedere al structurii, al genezei şi dezvoltării, se află la un nivel superior faţă de elementele din perioada precedentă.

Vedem aici nu numai manifestarea legii trecerii prin salt de la o calitate veche la o calitate nouă, ci şi un exemplu strălucit al acţiunii legii negării negaţiei în natură, în lumea elementelor. Conform sistemului periodic, mai întîi sînt negate proprietăţile metalice ale elementelor pînă se ajunge la elementele halogene şi gazele inerte, care reprezintă de fapt şi o negare a oricărei activităţi chimice. Aceasta este prima negaţie. După aceea este negată inerţia chimică şi se revine din nou la elemente active din punct de vedere chimic, la un metal alcalin superior din punctul de vedere al structurii sale. Aceasta este negarea negaţiei [1].

---

[1] Vezi lucrarea, B. Kedrov, *Legea negării negaţiei*, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1956, p. 19—21.

Legea periodicităţii formulată de Mendeleev dezvăluie caracterul contradictoriu al mişcării chimice, reflectă legea unităţii şi luptei contrariilor, izvorul dezvoltării oricăror lucruri şi fenomene. În timpul lui Mendeleev, chimia şi fizica nu au cunoscut multe fenomene care dezvăluie esenţa contradictorie a elementelor şi a comportării lor. Abia mai tîrziu ştiinţa reuşeşte să scoată în evidenţă contradicţiile caracteristice structurii atomilor, contradicţii care determină şi comportarea lor fizico-chimică diferită. Fiecare perioadă din sistemul lui Mendeleev este caracterizată, de exemplu, prin existenţa elementelor cu proprietăţi chimice contrare: cu proprietăţi metalice şi proprietăţi nemetalice, proprietăţi care, deşi se exclud, se găsesc în legătură organică : proprietăţile nemetalice sînt un rezultat al evoluţiei elementelor cu proprietăţi metalice pronunţate. Această contradicţie duce la saltul calitativ prin care se trece de la o perioadă la alta a sistemului periodic.

Descoperirile făcute ulterior în chimie pe baza legii periodicităţii — descoperirea electronului şi a fenomenului radioactivităţii (Thompson, Becquerel, Marie Curie, Rutherford, Soddy), descoperirile lui Moseley şi Van der Broek privind legătura dintre sarcina nucleului şi proprietăţile elementelor, descoperirile făcute de N. Bohr asupra raportului dintre proprietăţile chimice ale elementelor şi repartizarea electronilor în atomi, transmutaţia artificială a elementelor efectuată de Rutherford, elaborarea de către Pauli a principiului de exclusiune, descoperirea radioactivităţii artificiale de către Irène şi Frédérique Joliot-Curie şi elaborarea unei teorii a fenomenelor atomice în general — au aprofundat şi au caracterizat legea periodicităţii, caracterul dialectic al acestei legi fundamentale a chimiei. Ca rezultat avem un sistem periodic care înfăţişează mai profund şi mai multilateral legăturile, relaţiile esenţiale dintre elementele chimice, contradicţiile interne ale elementelor şi ale proprietăţilor lor. Fizica şi chimia modernă au stabilit că atomii elementelor chimice reprezintă o unitate a laturilor contrare — a masei nucleului atomic şi a învelişului electronic — unitate care, dacă este perturbată, duce la transmutarea elementelor. Dînd o explicaţie mai profundă a caracterului contradictoriu, dialectic al formei chimice de mişcare a materiei, chimia modernă ne face să înţelegem mai bine întreaga dialectică a sistemului periodic.

Astfel, cunoscînd structura elementelor, cunoaştem astăzi mai adînc cauzele trecerii în sistemul periodic a unui element la altul, saltul calitativ care se face de la o perioadă la alta, însuşirile elementelor respective. Trecerea de la atomii uşori la alţii mai grei se face prin mărirea succesivă a numărului de protoni şi neutroni din nucleu şi a numărului corespunzător de electroni periferici. De exemplu, trecerea de la argon la potasiu, adică saltul de la o perioadă la perioada următoare, este legată de apariţia unui strat electronic nou, iar trecerea de la potasiu la calciu, adică trecerea de la un element la altul din aceeaşi perioadă, este legată de includerea electronului adăugat la cei existenţi în stratul periferic.

Prin urmare, legea periodicităţii a lui Mendeleev reflectă dialectica formei chimice de mişcare a materiei ; aspectele dialectice ale fenomenelor, legile lor cele mai generale, sînt reflectate printr-o lege particulară, chimică. Exemplul legii periodicităţii ne convinge de profunda justeţe a tezei lui V. I. Lenin după care „generalul nu există decît în particular, prin particular“, iar „particularul nu există decît în legătură cu ceea ce duce spre general“.

Deşi nu a cunoscut dialectica materialistă, Mendeleev, *folosind în mod spontan metoda dialectică de cercetare,* a reuşit să reflecte în sistemul său periodic dialectica profundă a formei chimice de mişcare a materiei, dialectica elementelor chimice. Mendeleev nu a cunoscut legea trecerii cantităţii în calitate, legea unităţii şi luptei contrariilor, legea negării negaţiei, dar aceste legi sînt prezente în sistemul său periodic ; marele chimist rus le-a înţeles şi le-a folosit în mod spontan în cercetările sale.

Trebuie însă să subliniem faptul că în munca sa de cercetare Mendeleev s-a situat pe poziţiile unui materialism conştient militant, că el a fost conştient nu numai de marea însemnătate a filozofiei pentru ştiinţele naturii, ci a demonstrat nu o dată importanţa rezultatelor ştiinţelor naturii ca bază a concepţiilor filozofice. Acest fapt i-a permis lui Mendeleev să-şi însuşească multe elemente ale dialecticii fără să devină un dialectician materialist conştient, consecvent. Mendeleev opera conştient şi cu multă măiestrie cu o serie de categorii filozofice pe care el le considera indispensabile pentru cercetarea ştiinţifică. Mendeleev a înţeles, de exemplu, din punct de vedere filozofic categoriile „calitate“ şi „cantitate“, folosindu-le în generalizările sale teoretice.

Mendeleev considera proprietăţile de a da anumiţi compuşi chimici drept caracteristici calitative, iar greutăţile atomice drept principala caracteristică cantitativă a elementelor. Legătura dintre caracteristicile cantitative şi calitative ale fenomenelor chimice stă la baza sistemului periodic al elementelor. „Proprietăţile atomilor şi particulelor — arată Mendeleev — depind înainte de toate de masa lor“ [1]. În concepţiile lui Mendeleev nu există materie fără însuşiri calitative şi însuşiri cantitative. Legătura internă între calitate şi cantitate reprezintă pentru Mendeleev legătura de bază care permite înţelegerea comportării elementelor. Prin urmare, Mendeleev nu numai că a fost conştient de însemnătatea acestor categorii pentru chimie, dar a reuşit să pătrundă spontan şi în raportul dialectic care exista între aceste categorii.

---

[1] Citat după P. R. Ionidi, *Mirovozrenie D. I. Mendeleeva*, Izd. Akademii Nauk SSSR, 1959, p. 325.

Mendeleev a folosit în generalizările sale şi noţiunea de salt, considerînd că în domeniul elementelor chimice trecerea schimbărilor cantitative în schimbări calitative se face prin salt. După Mendeleev, perioadele elementelor reprezintă „salturile maselor şi nu evoluţiile continue ale acestora“ [1]. Atrăgînd atenţia asupra acestui fapt, Mendeleev trage concluzia generală că „legea periodică a descoperit în filozofia naturală un domeniu nou pentru cugetare“ [2].

Mendeleev a înţeles însemnătatea teoretică şi a altor categorii, cum sînt „singular“, „general“, „formă“, „conţinut“ etc., intuind caracterul dialectic al raportului dintre aceste categorii. Astfel, Mendeleev sublinia că în studierea elementelor este necesar să se atragă atenţia atît „asupra proprietăţilor generale ale grupului căruia aparţine elementul respectiv, cît şi asupra particularităţilor lui individuale. Numai după un astfel de studiu comparativ şi pe baza proprietăţii precis măsurabile, arată Mendeleev, pot fi făcute generalizări asupra însuşirilor elementelor [3]. Pe baza acestor consideraţii chimice concrete, Mendeleev trage concluzii general-filozofice cu caracter profund dialectic, în sensul că „fără lumea individuală, particulară nu poate apărea lumea generală“, că „generalul nu este numai o simplă observaţie, ci îşi găseşte o expresie palpabilă în realitate“ [4].

Folosirea conştientă a categoriilor filozofice materialiste o întîlnim şi în operele marilor savanţi romîni, în speţă în opera marelui chimist romîn I. C. Istrate. Pornind de la materialitatea lucrurilor şi a fenomenelor pe care le cercetează ştiinţele în general şi chimia în special, I. C. Istrate caracterizează în felul următor cunoaşterea ştiinţifică : „A studia un fenomen înseamnă a-l observa, a-l exprima şi a-l pune într-o lege. A observa un fenomen înseamnă a vedea în ce anume împrejurări se produce acel fenomen în natură. A exprima un fenomen înseamnă a-l reproduce noi singuri după voinţă... A stabili o lege înseamnă a lega fenomenul de împrejurările în care el are loc. O lege este o generalizare. Ea adună la un loc fenomene asemenea care se produc în împrejurări la fel. Cunoscînd o lege, putem şti de mai înainte ce se va întîmpla în cutare sau cutare caz“ [1].

---

[1] Citat după P. R. Ionidi, *Mirovozrenie D. I. Mendeleeva*, Izd. Akademii Nauk SSSR, 1959, p. 257.

[2] *Ibidem*, p. 337.

[3] *Ibidem*, p. 320.

[4] D. I. Mendeleev, *Periodiceskii zakon*, 1934, p. 172, citat după P.P. Ionidi, *Mirovozrenie D. I. Mendeleeva*, p. 320.

După cum se vede, I. C. Istrate deşi nu se exprimă riguros filozofic, înţelege esenţa materialistă a cunoaşterii ştiinţifice. Din citatul de mai sus reiese clar că legea, abstracţiile ştiinţifice sînt rezultatul generalizării, ele reflectînd esenţa lucrurilor şi fenomenelor reale şi avînd, prin urmare, un conţinut obiectiv.

Înţelegerea, interpretarea, generalizarea justă a fenomenelor naturii nu se poate realiza decît pe baza dialecticii materialiste, fie ea conştientă, fie spontană. F. Engels subliniază că această interpretare, generalizare „se poate înfăptui spontan, prin simpla forţă a înseşi descoperirilor ştiinţelor naturii“, fapt caracteristic pentru gîndirea ştiinţifică a lui Mendeleev. „Dar aceasta — spune Engels — este un proces îndelungat şi greoi, în cursul căruia trebuie învinse o sumedenie de fricţiuni inutile... Acest proces poate fi foarte mult scurtat dacă teoreticienii ştiinţelor naturii se vor decide să se ocupe mai îndeaproape de filozofia dialectică în formele ei istorice existente“ [2].

Folosirea conştientă a dialecticii ca metodologie generală de cercetare ştiinţifică reprezintă o armă de eficacitate uriaşă în munca oamenilor de ştiinţă. Materialismul dialectic dă acestora posibilitatea să dezvăluie esenţa cea mai adîncă a fenomenelor şi, în felul acesta, să orienteze just cercetările ştiinţifice. Dezvoltarea ştiinţei în general şi mai ales dezvoltarea impetuoasă a ştiinţei în U.R.S.S. şi în ţările de democraţie populară, unde oamenii de ştiinţă folosesc conştient materialismul dialectic ca metodologie generală de cercetare, ne oferă un exemplu grăitor în acest sens. Ne vom opri asupra unui exemplu cît se poate de semnificativ. V. I. Lenin a enunţat, în urmă cu o jumătate de veac, teza că „*inepuizabil* nu e numai infinitul, ci şi «cel mai mic atom»“ [3], că „electronul este tot atît de *inepuizabil* ca şi atomul“, că „natura este infinită şi ea *are o existenţă* infinită...“ [4].

Această teză filozofică indica drumul pe care trebuia să meargă cercetarea în fizica modernă, drum pe care fizica a ajuns ulterior la rezultate deosebit de importante. Problemele teoretice puse cercetării ştiinţifice de revoluţia săvîrşită în domeniul ştiinţelor naturii la sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea, n-au putut fi rezolvate de marii specialişti fizicieni, datorită modului lor mecanicist, metafizic, idealist de gîndire; ele au fost rezolvate de V. I. Lenin, genial mînuitor al metodei dialectice materialiste de cercetare. În cazul acesta, ca şi în multe alte cazuri, filozofia materialist-dialectică a fost aceea care a orientat cercetarea ştiinţifică pe o cale justă, care i-a deschis orizonturi noi, domenii noi de cercetare.

---

[1] Dr. I. C. Istrate, *Curs metodic de chimie şi mineralogie*, Bucureşti, 1912, p. 103.

[2] F. Engels, *Anti-Dühring*, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1955, ed. a III-a, p. 367.

[3] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 14, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p .255.

[4] *Ibidem*, p. 256.

Fizica modernă, ştiinţa modernă „naşte materialismul dialectic". Teoriile ştiinţifice moderne au un caracter profund dialectic care nu poate fi înţeles just decît cu ajutorul metodei dialectice de cercetare.

Cercetînd funcţia de metodologie ştiinţifică generală a materialismului dialectic, trebuie să luăm în considerare faptul că materialismul dialectic este nu numai ştiinţa legilor celor mai generale ale naturii şi societăţii, ci şi ale gîndirii. Metoda este, înainte de toate, un procedeu pentru analiza, cercetarea realităţii, a proceselor reale pe baza activităţii practice a oamenilor. Dar această analiză şi cercetare se realizează cu ajutorul gîndirii, al noţiunilor, al judecăţilor fără de care este imposibilă cunoaşterea realităţii [1]. Gîndirea teoretică există şi în ştiinţele naturii, şi aceasta sub forma abstracţiunilor ştiinţifice. Istoria ştiinţelor naturii în general, istoria chimiei în particular ne arată că progresul ştiinţelor, dezvoltarea lor duce la creşterea tot mai mare a importanţei gîndirii teoretice pentru aceste ştiinţe.

„Cercetarea empirică a naturii — arată F. Engels — a acumulat cantităţi atît de uriaşe de material pozitiv, încît necesitatea de a-l sistematiza şi de a-l clasifica după domeniile respective de cercetare şi potrivit legăturii lui interne a devenit de-a dreptul de neîntîrziat. Tot atît de inevitabilă devine stabilirea legăturii juste între diferitele domenii ale cunoaşterii. Dar cu aceasta ştiinţele trec în domeniul teoriei, unde metodele empirice nu sînt de nici un folos. Aici nu ne poate ajuta decît *gîndirea teoretică*..." [1].

---

[1] În legătură cu aceasta, considerăm ca nejustă teza întîlnită în unele lucrări filozofice după care numai dialectica materialistă ar avea funcţia de metodă şi că teoria materialist-dialectică a cunoaşterii şi logica dialectică nu ar avea această funcţie. Or, este ştiut că materialismul dialectic reprezintă unitatea indisolubilă a dialecticii, a teoriei cunoaşterii şi a logicii.

Materialismul dialectic este metoda de cercetare a legilor celor mai generale tocmai prin această unitate. A căuta obiectul teoriei cunoaşterii şi a logicii dialecticii în afara metodei dialecticii reprezintă, după părerea noastră, o greşeală serioasă. Este cunoscut faptul că V. I. Lenin a criticat greşelile lui Plehanov, care reducea metoda dialectică numai la învăţătura despre dezvoltarea naturii şi a societăţii, ignorînd funcţia de metodă a logicii dialectice. Atît teoria cunoaşterii, cît şi logica dialectică trebuie considerate nu ca ceva aparte de metoda dialectică, ci ca laturi, aspecte dintre cele mai importante ale acestei metode. (vezi *M. M. Rosental*, *Prinţipî dialekticeskoi loghiki*, p. 79).

Aceste cuvinte, scrise de Engels acum opt decenii, îşi păstrează toată actualitatea şi azi, cînd teoria ocupă un loc atît de important în ştiinţele naturii, cînd ştiinţele naturii au ajuns la un grad de dezvoltare care este de neconceput fără gîndire, sistematizare dialectică. Prelucrînd şi sintetizînd datele experimentale, ştiinţele naturii creează un sistem propriu de categorii şi noţiuni. „Orice ştiinţă — subliniază V. I. Lenin — este logică aplicată" [2].

Dialectica noţiunilor unei ştiinţe sau alteia nu este decît un caz particular al dialecticii materialiste. Or, după cum subliniază clasicii marxism-leninismului, arta de a opera cu noţiunile prin care se reflectează dialectica naturii nu este înnăscută; ea necesită cunoaşterea adîncă a legilor şi a formelor gîndirii, de care se ocupă tocmai *materialismul* dialectic. Avînd ca preocupare teoria, orice om de ştiinţă gîndeşte, iar pentru gîndire el are nevoie de categorii logice, are nevoie de filozofie. Problema care se pune este ca omul de ştiinţă să se folosească de singura filozofie ştiinţifică, de materialismul dialectic.

„Orice ar spune, orice ar face cercetătorii naturii, ei sînt dominaţi de filozofie. Întrebarea e numai dacă ei preferă să fie dominaţi de vreo filozofie la modă, de proastă calitate, sau de o formă de gîndire teoretică bazată pe cunoaşterea teoriei gîndirii şi a cuceririlor ei" [3].

Astăzi, cînd ştiinţa, teoria ştiinţifică a ajuns la o treaptă atît de înaltă de dezvoltare, dezvăluind esenţa profund dialectică a fenomenelor naturii, ea are nevoie mai mult decît oricînd de gîndirea dialectică, de categoriile filozofice materialist-dialectice. Categoriile materialismului dialectic joacă un rol indispensabil în elaborarea teoriilor ştiinţifice. Acest rol constă în aceea că ele arată cum trebuie abordată rezolvarea problemelor care se pun în faţa ştiinţelor naturii, cum trebuie elaborate abstracţiile ştiinţei respective.

Chimia modernă operează cu noţiuni care dezvăluie esenţa profund dialectică a unor fenomene chimice. În chimia anorganică, de pildă, la baza interacţiunii atomilor şi a moleculelor stau fenomene contradictorii ca atracţia şi repulsia. Este ştiut că, la o apropiere suficientă a doi atomi care conţin în structurile lor electroni neîmperecheaţi (necalculaţi), între cîmpurile magnetice ale acestora apare o atracţie mutuală. Ca rezultat al acestei atracţii se produce o închidere a cîmpurilor cu formare de perechi de electroni. Procesul de formare a moleculelor de NaF, de exemplu, poate fi reprezentat schematic în modul următor[1]:

---

[1] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 25.
[2] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 195.
[3] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 191.

$$\dot{\mathrm{Na}}+\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{\mathrm{F}}}: = \mathrm{Na}:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{\mathrm{F}}}:.$$

Datorită atracţiei dintre atomii de sodiu şi fluor, atomul de fluor va căpăta un electron în plus, iar atomul de sodiu va pierde un electron. Aceste particule încărcate electric, formate din atomi (sau din grupe de atomi) prin pierdere sau cîştigare de electroni, particule numite ioni, avînd sarcini de semn contrar, se atrag reciproc. Apropiindu-se însă pînă la o anumită limită, ei se opresc la acea distanţă la care atracţia este echilibrată de respingerea mutuală a învelişurilor lor electronice. În consecinţă, molecula de NaF este formată din doi ioni de semn contrar care s-au apropiat unul de altul. Putem astfel vorbi despre molecula de NaF ca despre o unitate a contrariilor (a ionilor cu sarcina opusă), care se atrag şi se resping în acelaşi timp. Cunoscînd acest aspect general, omul de ştiinţă obţine cheia pentru înţelegerea acestor fenomene chimice, pentru elaborarea teoriilor corespunzătoare. În rîndurile de mai sus am văzut că chimia, în definirea noţiunii de afinitate, nu se poate dispensa de unele abstracţii dialectice, cum sînt atracţia, repulsia atomilor, tratînd aceste noţiuni în unitate strînsă, dialectică.

Acelaşi caracter dialectic îl au şi noţiunile chimice de asociere şi disociere a ionilor, de disociaţie electrolitică şi de reacţie ionică, de hidroliză, electroliză, de oxidare şi reducere etc. Este ştiut, de exemplu că oxidarea constă în pierderea de electroni de către substanţa care se oxidează. Oxidarea însă nu poate avea loc fără prezenţa unor elemente care să primească electronii de la elementul oxidat. Or, primind electroni în plus acest element se reduce. Oxidarea presupune reducere, şi invers. Cu alte cuvinte, reacţiile de oxidoreducere sînt procese cu caracter contradictoriu, dialectic, de care chimiştii sînt nevoiţi să ţină seama atunci cînd formulează legităţile care guvernează aceste fenomene chimice.

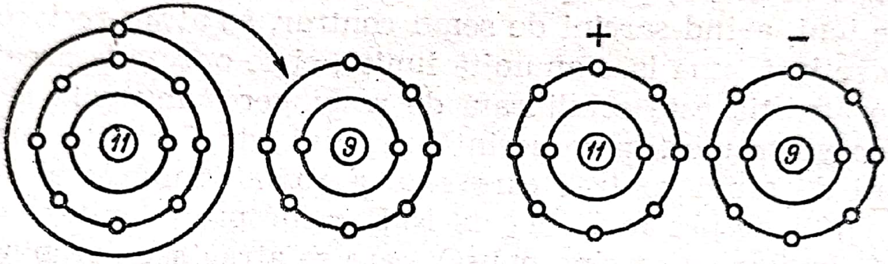
Engels a denumit chimia „ştiinţa schimbărilor calitative ale corpurilor care au loc ca urmare a schimbării compoziţiei cantitative“, ştiinţă în care legea dialectică a trecerii cantităţii în calitate „îşi sărbătoreşte cele mai mari triumfuri“ [1].

---

[1] În cazul de faţă, ne-am referit, din motive de simplitate, la concluziile teoriei electronice, pentru că ea oferă o explicaţie foarte clară, deşi insuficient de profundă, a legăturii chimice. O explicaţie mai profundă, mai multilaterală a legăturii chimice ne este oferită de chimia cuantică.

Toate reacţiile chimice care duc la apariţia unor substanţe noi nu sînt altceva decît schimbări calitative care au loc pe baza schimbărilor cantitative, înţelese în sensul mai larg al cuvîntului : atît în sensul măririi sau micşorării cantităţii, cît şi în sensul schimbării poziţiilor spaţiale.

Să luăm exemplul unirii atomilor Na şi F pe care l-am considerat în rîndurile de mai sus. În lumina teoriei electronice, mecanismul reacţiei de unire poate fi reprezentat schematic în felul următor :



Potrivit acestei scheme de formare a moleculei NaF după Kossel, forţa motrice a interacţiunii chimice este „tendinţa“ atomilor de a ajunge la configuraţiile electronice cele mai stabile. Venind în contact cu atomul de F, atomul de Na pierde un electron, ajungînd să aibă în învelişul exterior electronic opt electroni, număr care îi asigură stabilitate. Primind un electron, atomul de F îşi completează învelişul electronic exterior la un număr de opt electroni, ceea ce îi asigură şi lui stabilitatea. Această stabilitate poate fi obţinută de aceşti atomi numai în cadrul unei substanţe noi, NaF, care apare ca rezultat al atragerii reciproce a ionului de Na cu sarcină pozitivă şi a ionului de F cu sarcină negativă.

Cu alte cuvinte, schimbările cantitative în atomii de Na şi F — aici este vorba atît de faptul că numărul electronilor în atomul de Na se micşorează de la 11 la 10, iar numărul electronilor în atomul de F se măreşte de la 9 la 10, cît şi de faptul că ambii atomi capătă în urma acestei măriri sau micşorări o altă configuraţie electronică, o altă aşezare spaţială a electronilor — duc la schimbări calitative, la apariţia unei substanţe noi.

Unitatea dialectică a însuşirilor cantitative şi a însuşirilor calitative şi-a găsit o expresie strălucită în teoria structurii, elaborată de marele chimist rus A. M. Butlerov. Butlerov a arătat că molecula nu este o îngrămădire întîmplătoare a atomilor, ci o particulă cu o anumită aşezare a atomilor, adică cu o anumită structură chimică. Pornind de aici, Butlerov a formulat unul dintre principiile fundamentale ale chimiei organice, după care structura moleculei unei substanţe poate fi determinată prin cercetarea proprietăţilor chimice ale substanţei, şi invers, dacă este cunoscută structura, se pot prevedea multe proprietăţi ale unui compus chimic. Stabilind acest principiu, care stă la baza teoriei sale despre structură, Butlerov dă o nouă definiţie naturii substanţei. După Butlerov, natura chimică a unei particule compuse este determinată de natura elementelor care o compun, de numărul lor şi de structura ei chimică. Pe aceste teze formulate de Butlerov se întemeiază toată dezvoltarea ulterioară a chimiei organice. Din ele reiese că structura chimică a unei substanţe poate fi determinată pe baza transformărilor sale, iar proprietăţile chimice ale substanţei pot fi prevăzute pe baza structurii chimice.

---

[1] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 47.

Nu este greu de văzut că principiul de bază al chimiei organice, al teoriei structurii are un profund conţinut dialectic. În el şi-a găsit o expresie strălucită raportul dialectic dintre cantitate şi calitate.

Indiferent de faptul dacă cunoaşte sau nu materialismul dialectic, chimistul adevărat trebuie să pornească de la acest principiu dialectic, metodologic, care de altfel pătrunde întreaga ştiinţă chimică. Cunoaşterea filozofică a acestui principiu îi permite însă să tragă concluzii mult mai profunde, iar aplicarea lui să fie mult mai eficace.

Ignorarea acestui principiu fundamental al chimiei precum şi a altor principii poate duce la concluzii eronate, nejuste. Astfel de concluzii pot fi găsite, de exemplu, în lucrările filozofului francez G. Bachelard care se ocupă de problemele filozofice ale chimiei. G. Bachelard este copleşit de uriaşele progrese ale ştiinţei în general şi ale chimiei în particular, fapt care îl determină să ia o poziţie care nu poate fi socotită drept materialistă. După părerea lui Bachelard, datele noi ale ştiinţelor, ale chimiei în special, fac necesară elaborarea unei filozofii noi pe care el o denumeşte filozofia non-ului sau filozofia „noului spirit ştiinţific", care ar reprezenta atît o depăşire a materialismului cît şi o depăşire a idealismului. După părerea lui Bachelard, între idealism şi realism (citeşte „materialism"-*T.U.)* se instalează o filozofie raţionalistă care nu ar fi nici idealism nici materialism [1]. Un adept al acestei filozofii ar ocupa o poziţie intermediară în dialogul între Hylas şi Philanous [1]. Este vorba de o „mezofilozofie“ a cărei trăsătură principală este raţionalismul aplicat [2]. Este interesant de menţionat că Bachelard încearcă să fundamenteze această orientare „nouă“ în filozofie cu ajutorul datelor ştiinţei moderne şi mai ales cu ajutorul teoriei rezonanţei şi a mezomeriei. Interpretînd în mod nejust principiile mecanicii cuantice şi, în primul rînd, principiul nedeterminării al lui Heisenberg, care susţine imposibilitatea localizării electronilor, a microparticulelor, Bachelard ajunge la concluzia generală „că nu ar fi prea filozofic a enunţa posibilitatea structurării atomului de carbon în termenii strict realişti“ (adică materialişti — *T.U.)* [3].

---

[1] G. Bachelard, *Le matérialisme rationel*, Paris, 1953, p. 194.

Dezvoltînd această idee, Bachelard spune că „într-un atom totul este o funcţie, totul este o posibilitate“ [4]. Minimalizînd caracterul cognitiv al formelor chimice folosite de chimia modernă, însemnătatea concepţiilor materialiste, realiste cum le numeşte el, pentru elaborarea formulelor chimice, el îşi exprimă dezacordul cu folosirea unor formule de structură clare, deoarece acest lucru reprezintă „un exces de filozofie realistă“... fiindcă „înseamnă a pune la baza cunoştinţelor forme prea clare, forme care sînt înţelese prea repede“ [5].

După Bachelard, toate aceste probleme legate de reprezentarea structurii substanţelor chimice pot fi rezolvate de pe poziţiile teoriei mezomeriei şi rezonanţei care cere „o filozofie mixtă“, o „mezofilozofie“. Teoria mezomeriei şi „mezofilozofia“, după Bachelard, determină „eşecul realist (materialist — *T.U.)* de reprezentare“ a unei structuri şi „întăresc caracterul pur convenţional al schemelor“ (al formulelor chimice — *T.U.*). Situîndu-se pe aceste poziţii, Bachelard cere chimiştilor să nu folosească formulele de structură, ci „mediile proprietăţilor structurale“. În felul acesta după Bachelard, chimistul se „întoarce la o filozofie chimică diminuată, la o filozofie care se mulţumeşte cu un simplu formalism“ [6].

Căutînd să creeze o filozofie care să nu fie nici materialism nici idealism, Bachelard nu a făcut decît să enunţe o serie de teze atît de cunoscute din filozofia burgheză contemporană, în speţă din filozofia neopozitivistă. Or, o linie de mijloc în filozofie, o filozofie intermediară în afara materialismului și a idealismului, o mezofilozofie cum o denumește G. Bachelard, nu poate exista. A căuta o a treia linie în filozofie, care nu ar avea un caracter partinic, nu înseamnă altceva decît a căuta camuflarea filozofiei idealiste cu o terminologie nouă. „Filozofia cea mai nouă — arată V. I. Lenin combătînd încercările empirocriticilor de a se situa între materialism și idealism — este tot atît de partinică ca și cu două mii de ani în urmă. În fond — fapt disimulat prin noi etichete savante — șarlatanești sau printr-o nepartinitate stupidă — partidele aflate în luptă sînt materialismul și idealismul..." [1].

---

[1] Este vorba de lucrarea episcopului englez Berkeley în care acesta, prin contrapunerea concepţiilor materialiste, caută să fundamenteze filozofia idealist-subiectivă.

[2] G. Bachelard, *op. cit.*, p. 197.

[3] *Ibidem*, p. 148.

[4] *Ibidem*, p. 146.

[5] *Ibidem*, p. 177—178.

[6] *Ibidem*, p. 162—164.

În ceea ce privește teza lui Bachelard că „mezofilozofia" fundată pe teoria rezonanței și a mezomeriei determină eșecul de reprezentare materialistă a structurilor chimice, ea este infirmată de întregul mers al chimiei moderne. Știința chimică contemporană a confirmat și a aprofundat concepția materialistă despre structura substanțelor chimice, concepție elaborată de marele chimist rus A. M. Butlerov. După teoria structurii elaborată de Butlerov, o formulă chimică reflectă o așezare real-obiectivă a atomilor într-o moleculă. Baza elaborării formulelor, după cum am mai văzut, o constituie principiul fundamental al teoriei structurii, în sensul că proprietățile substanțelor sînt determinate de structura lor și că, invers, structura poate fi cunoscută din studiul proprietăților substanțelor respective.

Fiind un gînditor profund, Butlerov nu a considerat o combinație chimică ca ceva mort, ci în permanentă mișcare, proprie celor mai mici particule care „prin relațiile lor reciproce sînt obiectul unor schimbări permanente ce se însumează dînd un anumit rezultat mediu constant... Într-un cuvînt noi avem totdeauna înaintea noastră o anumită stare de echilibru mobil" [2].

Pornind de la faptul că particulele substanțelor chimice se află în continuă mișcare, Butlerov considera că formulele de structură reușesc să reflecte totuși în mod adecvat esența chimică a acestor substanțe. Mai mult, vorbind despre „legătura reală dintre fenomenele chimice, căldură, lumină și alte manifestări ale activității materiei", Butlerov a prevăzut timpul „cînd se va explica legătura cauzală dintre toate felurile acestei mișcări și cînd fenomenele chimice își vor căpăta teoria lor mecanică — o teorie în sensul complet al cuvîntului care, ocupînd locul ei în știință, ca o parte definită a unui întreg armonic, se va supune, la fel ca și alte teorii parțiale ale unor mişcări de alt gen, analizei matematice"[1]. Cu alte cuvinte, Butlerov a prevăzut în mod genial apariţia chimiei cuantice care caută să explice moleculele, relaţiile dintre ele, din punct de vedere cantitativ, folosindu-se de abstracţiile matematice.

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 14, Ed. politică, Buc., 1954, p. 352.

[2] A. M. Butlerov, *Izbranie raboti po organicescoi himii*, Moscova, 1951, p. 47.

Chimia cuantică nu a infirmat teoria clasică a structurii, după cum încearcă să argumenteze G. Bachelard, ci a confirmat şi a aprofundat această teorie elaborată acum un secol de Butlerov. Astfel, cu ajutorul calculului mecanic-cuantic folosit în chimie, s-a ajuns la concluzia că unghiurile dintre cei patru orbitali de legătură hibrizi sînt de 109° 20′, că coincid cu unghiurile orientării tetraedrice ale valenţelor atomului de carbon, ceea ce reprezintă o confirmare strălucită a concepţiilor clasice despre structura moleculelor organice. Chimia cuantică a confirmat şi reprezentarea hexagonală a moleculei de benzen de către teoria clasică a structurii şi o serie de alte postulate ale acestei teorii. Teoria structurii substanţelor chimice, ale cărei baze au fost puse de Butlerov, rămîne, în esenţă, valabilă şi astăzi, fiind confirmată de concluziile chimiei cuantice.

Avînd în vedere tocmai acest fapt, trebuie respinse încercările lui Bachelard de a declara depăşit modul materialist de a folosi şi interpreta formulele de structură. Cuceririle chimiei moderne şi îndeosebi ale chimiei cuantice nu au putut să nu se răsfrîngă şi asupra modului de a scrie formulele chimice, îmbogăţind considerabil conţinutul, dinamizîndu-le, ca să spunem aşa. Astfel, prin metodele sale de calcul, chimia cuantică stabileşte astăzi formule chimice unitare, în care apare ordinul legăturii dintre atomii de carbon şi indicii de valenţă, care oglindesc şi natura legăturii chimice dintre atomii de carbon şi gradul de reacţionabilitate a celorlalte valenţe rămase libere la atomii de carbon. Toate acestea nu au făcut însă ca formulele chimice să-şi piardă conţinutul real-obiectiv; toate acestea nu pot determina interpretarea pur formalistă a acestor abstracţii ştiinţifice. Formulele de structură obişnuite, deşi nu oglindesc şi nici nu pot oglindi întreaga complexitate a dinamicii interne a moleculelor, au o mare valoare cognitivă, dovedită de practică. Or, practica este pentru un om de ştiinţă materialist criteriul suprem al justeţei noţiunilor cu care el operează.

★

Subliniind marea importanţă a materialismului dialectic ca metodă generală de cercetare în ştiinţă, prin aceasta nu diminuăm cîtuşi de puţin însemnătatea pe care o au pentru ştiinţă metodologiile particulare de cercetare. Dimpotrivă, după cum s-a arătat la început, între metodologia generală de cercetare şi metodologiile particulare ale unei ştiinţe sau alta nu există nici o contradicţie, ci un raport dialectic : metodologia generală există prin metodologiile particulare de cercetare (în aceste metode), iar metodologiile particulare de cercetare nu există decît în legătură cu ceea ce duce spre metodologia generală.

---

[1] Vezi *Stadiul actual al teoriei structurii chimice în chimia organică*, Editura tehnică, Bucureşti, 1957, p. 11.

În chimie, ca şi în orice ştiinţă, nu poate exista o metodologie generală care să nu se bazeze, să nu pornească de la metodologiile particulare, în cazul chimiei, în primul rînd de la analiză şi sinteză.

Am văzut că materialismul dialectic are rolul metodei generale de cercetare mai ales în gîndirea teoretică, în sistematizarea, interpretarea materialului empiric. Or, în chimia modernă, fără gîndirea teoretică nu este posibilă nici o analiză de laborator.

Pe lîngă analiza calitativă, analiza cantitativă este una dintre formele de cercetare cele mai importante în chimie. Principiul de bază al analizei cantitative este un principiu dialectic : raportul dintre determinările cantitative ale substanţei analizate şi proprietăţile ei calitative. Astfel, pentru determinarea purităţii substanţelor, un rol deosebit de important îl are stabilirea unor constante ca greutatea specifică, punctul de topire, punctul de fierbere, cu ajutorul cărora chimistul stabileşte proprietăţile substanţei. Cu alte cuvinte, operaţiile cu aceste constante se bazează pe raportul dialectic dintre aspectele cantitative şi însuşirile calitative ale unei substanţe.

Un număr de procedee ale chimiei moderne se bazează direct pe raportul dialectic dintre cantitate şi calitate. Să luăm, de exemplu, metodele volumetrice în analiza cantitativă sau, mai concret, determinarea cantitativă a fierului. În acest scop, soluţiei incolore a sulfatului de fier care urmează a fi analizat i se adaugă soluţia intens colorată a permanganatului de potasiu :

$$Fe\,SO_4 + 2\,KMnO_4 + 8H_2SO_4 + 5\,Fe_2(SO_4)_3 +$$
$$2\,MnSO_4 + K_2SO_4 + 8\,H_2O.$$

La început, culoarea fiecărei picături de permanganat de potasiu adăugată dispare aproape instantaneu, deoarece intră în reacţie cu fierul bivalent din sulfatul de fier. După ce întreaga cantitate a fierului bivalent (din compusul $FeSO_4$) se transformă în fier trivalent (din compusul $Fe_2(SO_4)_3$), o picătură în plus de permanganat dă soluţiei o culoare roză. Apariţia culorii indică faptul că soluţiei sării de fier bivalent supus analizei i s-a adăugat soluţia de permanganat de potasiu în cantitate echivalentă, sau, cu alte cuvinte, indică *saltul calitativ* de la o substanţă ($FeSO_4$) la altă substanţă $Fe_2(SO_4)_3$, cu proprietăţi diferite. Bazîndu-se pe această reacţie chimică, care duce la schimbări calitative în urma unor schimbări cantitative, se calculează, după volumul soluţiei adăugate a permanganatului de potasiu, cantitatea sării de fier bivalent în soluţia supusă analizei.

Prin urmare, procedeul de determinare cantitativă a fierului bivalent se bazează pe raportul dialectic dintre calitate şi cantitate, inerent reacţiilor chimice în general. Acest raport, într-o formă concretă, specifică, reprezintă baza teoretică a acestei determinări. Acelaşi lucru îl observăm în cazul unor metode instrumentale de găsire a punctului echivalent.

Metoda de cercetare chimică în ansamblul ei are un caracter dialectic. Astfel, analiza în chimie este întotdeauna urmată, întregită de sinteză, ca contrariu al ei. Engels spune : „Chimia, în care forma de cercetare preponderentă este *analiza,* nu valorează nimic fără contrariul analizei — *sinteza*“ [1].

Unitatea dialectică dintre analiză şi sinteză în chimie există atît pe plan empiric cît şi pe plan teoretic, atît pe plan istoric cît şi pe plan logic.

În munca de laborator, chimistul întregeşte întotdeauna, verifică analiza prin sinteză, şi invers. Pe plan teoretic, logic, analiza precedă sinteza, iar aceasta din urmă face posibilă adîncirea analizei. Munca teoretică a chimistului nu este altceva decît forma prescurtată a dezvoltării istorice în chimie, care, înainte de a trece la etapa sintetică de dezvoltare, care face posibilă reproducerea în gîndire a dialecticii formei chimice a materiei, a trebuit să parcurgă cu necesitate o etapă în care predomină analiza.

Abia după ce a reuşit, pe baza muncii analitice, să elaboreze o serie de abstracţii generale, simple, care dezvăluiau unele laturi esenţiale ale fenomenelor chimice, chimia a putut să treacă — pe la mijlocul secolului trecut — la sintetizarea lor, în urma cărui fapt a reuşit să reflecte esenţa formei chimice de mişcare a materiei în ansamblul ei. Această reflectare, care, după cum am mai văzut, şi-a găsit expresia în sistemul periodic, a făcut posibilă, la rîndul său, aprofundarea muncii analitice pe plan teoretic, ceea ce a permis o muncă sintetică mai adîncă ş.a.m.d. Cu alte cuvinte, analiza şi sinteza se află într-un raport dialectic, fapt care permite oglindirea caracterului dialectic al fenomenelor chimice.

Din cele spuse în cadrul studiului reiese că metodologia generală de cercetare — materialismul dialectic — şi metodologia particulară de cercetare în chimie reprezintă o unitate dialectică : metodologia generală există în şi prin metoda particulară iar aceasta din urmă nu există decît în legătură cu ceea ce duce spre metodologia generală. Vorbind despre metodologia de cercetare în chimie, avem întotdeauna în vedere această unitate dialectică cu ajutorul căreia chimia reușește să dezvăluie legitățile cu caracter dialectic ale formei chimice de mișcare a materiei.

---

[1] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 205.

De asemenea, cînd vorbim despre unitatea dialectică dintre metodologia generală și metodologia particulară de cercetare în științele naturii în general și în chimie în special, avem în vedere aspectul cel mai general al problemei. Punînd accentul asupra acestei unități, nu am căutat să dizolvăm metodele de cercetare ale științelor naturii în metodologia generală de cercetare care este materialismul dialectic. Am încercat doar să dezvăluim legătura indisolubilă cu caracter dialectic care există între metodologia generală și metodologia particulară de cercetare, să facem analiza generalului în cercetarea științifică. Accentuînd asupra valabilității generale a metodei materialist-dialectice pentru științele speciale, noi nu am avut nicidecum intenția să ignorăm caracterul specific pe care îl are cercetarea în cutare sau cutare știință. Această specificitate a cercetării, care se referă mai ales la practica științifică, la experiment și observație, și despre care nu avem posibilitatea să vorbim mai pe larg în studiul de față, ține și ea, în ultimă instanță, de unitatea dialectică între metodologia generală și metodologia particulară de cercetare.

În această unitate constă forța uriașă a cunoașterii științifice. În ea trebuie căutată și uriașa însemnătate a cuceririlor științelor speciale pentru dezvoltarea filozofiei marxist-leniniste.

Unul dintre izvoarele materialismului dialectic au fost rezultatele la care au ajuns științele naturii în primele decenii ale secolului trecut. Generalizînd aceste rezultate care dezvăluie dialectica profundă a lucrurilor și fenomenelor, generalizînd practica revoluționară, socială, filozofia marxist-leninistă a formulat legile cele mai generale ale dezvoltării și categoriile materialist-dialectice care reflectă însușirile, relațiile cele mai generale ale tuturor lucrurilor și fenomenelor.

Aceste legi și categorii, formulate pe baza datelor obținute de științele naturii, de practica socială revoluționară, devin în mîna oamenilor o armă puternică de cercetare și de transformare a lumii exterioare. Aplicată conștient, metodologia materialist-dialectică ne permite să dezvăluim tot mai profund esența lumii obiective, să obținem rezultate noi în cercetarea științifică. Generalizînd aceste rezultate, filozofia materialist-dialectică îmbogățește conținutul legilor și categoriilor sale, care, aplicate din nou în cercetarea științifică, îi ajută pe oamenii de știință să pătrundă în domenii noi ale realităţii pe care o studiază. Acest proces profund dialectic al cunoaşterii realităţii obiective se repetă mereu, îmbogăţind continuu atît concluziile ştiinţelor particulare, cît şi concluziile filozofiei materialist-dialectice. Filozofia materialist-dialectică şi ştiinţele particulare sînt cele două laturi ale acestui proces dialectic. Nici una dintre aceste laturi nu poate exista independent de alta.

Baza obiectivă a acestui raport dialectic care există între filozofia materialist-dialectică şi ştiinţele naturii este, după cum s-a arătat, raportul dialectic dintre legile cele mai generale, studiate de materialismul dialectic, şi legile particulare, studiate de ştiinţele naturii. Legile cele mai generale există în legile particulare şi prin legile particulare, iar acestea din urmă nu pot exista decît în legătură cu ceea ce duce spre legile generale. Numai în lumina acestui raport poate fi înţeles şi rolul filozofiei în domeniul ştiinţelor naturii. Neînţelegerea sau ignorarea acestui raport, ignorarea existenţei generalului, absolutizarea individualului, particularului — lucru caracteristic pentru neopozitivism — duc inevitabil la negarea rolului filozofiei, al filozofiei materialist-dialectice în domeniul ştiinţelor naturii.

Pentru neopozitiviştii de toate nuanţele legile, categoriile filozofice sînt nonsensuri, deoarece, după cum spun ei, ele nu pot fi definite „operaţional“, fiindcă nu ar fi verificabile experimental. Abstracţii ca „materie“, „spaţiu“, „timp“ etc. sînt respinse de neopozitivişti ca abstracţii fără sens. „Probleme fără sens — spune St. Chase referindu-se la categoriile de mai sus — există mai curînd în ştiinţele sociale decît în fizică, şi definiţiile operaţionale le vor înlătura cu o promptitudine egală“ [1]. Mergînd pe aceeaşi linie, A. Korzybski propune „să eliminăm cu totul din ştiinţă termenii «materie», «substanţă», «spaţiu», «timp» [2]. Existenţialistul J.-P. Sartre ţine isonul cu semanticii St. Chase şi A. Korzybski. „În realitate, legile ştiinţifice — arată el — sînt ipoteze experimentale, verificate de fapte. Principiul absolut că „natura este dialectică“ nu este susceptibil de nici o verificare“ [3].

Tezele de mai sus ale filozofiei burgheze duc în mod logic la negarea rolului metodologic al filozofiei în ştiinţele naturii, în ştiinţele sociale. Fie că neagă cu desăvîrşire orice rol al filozofiei în ştiinţele speciale, fie că îl reduc numai la analiza formal-logică a propoziţiilor ştiinţifice sau la analiza semantică, sintactică, neopozitiviştii nu fac decît să declare filozofia ca fiind de prisos în cercetarea ştiinţifică. Exprimînd punctul de vedere extremist al neopozitivismului, A. Korzybski spune că „filozofia reprezintă un episod al bolii semantice“[1].

---

[1] St. Chase, *Power of Words*, Londra, 1955, p. 147.

[2] A. Korzybski, *Science and Sanity*, *Lakeville*, Connecticut, 1948, p. 234, 235.

[3] J.-P. Sartre, *Critique de la raison dialectique*, Galimard, Paris, 1960, p. 125.

Concepţiile neopozitiviste îşi au rădăcina în încercarea zadarnică a ideologiei burgheze de a opri gîndirea la suprafaţa lucrurilor, pentru ca legile de dezvoltare a naturii şi mai ales legile dezvoltării societăţii, care dovedesc inevitabilitatea pieirii capitalismului, să nu fie cunoscute. Din punct de vedere gnoseologic, aceste concepţii îşi au rădăcina în abordarea empiristă extremă a procesului de cunoaştere, în ignorarea totală a raportului dialectic dintre fenomen şi esenţă, dintre individual şi general. Însuşirile cele mai generale ale lucrurilor şi fenomenelor studiate de filozofia materialist-dialectică există în mod real şi sînt reflectate în legile şi categoriile materialist-dialectice. Verificarea legilor şi categoriilor materialist-dialectice, care s-au născut prin generalizarea rezultatelor ştiinţelor speciale, prin generalizarea practicii sociale revoluţionare, se face prin verificarea datelor obţinute de ştiinţele speciale cu ajutorul practicii ştiinţifice, cu ajutorul practicii sociale. Legile cele mai generale, existînd în legile particulare şi prin aceste legi, sînt verificate prin verificarea acestora din urmă cu ajutorul practicii, cu ajutorul experimentului şi al observaţiei.

Teoria einsteiniană a gravitaţiei, de exemplu, a adus o confirmare strălucită a materialismului dialectic, a unităţii indiscutabile care există între materie, spaţiu şi timp. Această unitate, care reprezintă o categorie filozofică, a fost dovedită nu nemijlocit, ci mijlocit cu ajutorul experimentelor ştiinţifice, care au stabilit că materia determină prin cîmpul gravific, structura geometrică a spaţiului şi timpului, curbura lor.

În acelaşi sens, legea periodicităţii, a cărei justeţe a fost dovedită experimental, a confirmat şi confirmă concepţia materialist-dialectică despre lume. Teoria darvinistă şi miciurinistă despre natura vie, concluziile astrofizicii despre dezvoltarea stelelor, tezele geologiei moderne despre evoluţia scoarţei Pămîntului şi multe alte rezultate ale ştiinţelor naturii verificate cu ajutorul practicii ştiinţifice au fost tot atîtea dovezi ale justeţei legilor şi categoriilor materialist-dialectice. Aceste legi şi categorii, care există în şi prin legile particulare studiate de ştiinţele naturii, îşi găsesc confirmarea în cadrul acestor ştiinţe.

---

[1] A. Korzybski, *op. cit.*, p. 78.

Verificarea concepţiei marxist-dialectice prin practica ştiinţelor speciale este o dovadă în plus a legăturii indisolubile care există între filozofia materialist-dialectică şi ştiinţele speciale, ştiinţele naturii.

Cunoaşterea realităţii, transformarea revoluţionară a ei sînt posibile numai atunci cînd cercetarea ştiinţifică, activitatea umană în general, este luminată de ideile atotbiruitoare ale concepţiei materialist-dialectice despre lume şi societate.

*

Datorită faptului că în activitatea lor ştiinţifică se călăuzesc de principiile metodologice ale materialismului dialectic, oamenii noştri de ştiinţă, la fel ca oamenii de ştiinţă din celelalte ţări socialiste în frunte cu Uniunea Sovietică, au repurtat succese însemnate în munca lor de cercetare. Printre aceste succese, un loc de frunte îl au şi realizările obţinute în domeniul chimiei. În acest domeniu sînt cunoscute studiile cercetătorilor noştri asupra produselor macromoleculare, asupra catalizei şi sintezelor organice şi asupra cineticii procesului de oxidare, realizarea sintezei butadienului, ceea ce a făcut să se rezolve nu numai o problemă actuală a producţiei chimice, ci şi o problemă teoretică a chimiei organice în suspensie de peste 50 de ani.

Într-o serie de sectoare, cercetarea chimică din ţara noastră a atins nivelul ştiinţific internaţional cel mai înalt, iar în altele ea a adus o contribuţie incontestabilă la dezvoltarea economiei naţionale, a producţiei chimice, care în anii regimului democrat-popular a luat un avînt vertiginos.

Congresul al III-lea al partidului a pus sarcini noi, importante în faţa industriei chimice, în faţa institutelor de cercetare chimică. Documentele congresului prevăd o dezvoltare largă a producţiei cauciucului sintetic, a fibrelor artificiale, a maselor plastice, a celulozei, a îngrăşămintelor chimice, a sodei, precum şi a altor produse importante pentru satisfacerea atît a nevoilor economiei noastre naţionale, cît şi a necesităţilor crescînde ale oamenilor muncii.

Toate acestea pun sarcini mari în faţa chimiştilor noştri, care sînt chemaţi să dea soluţii practice, economice în vederea fabricării materialelor plastice, a fibrelor şi firelor sintetice, îngrăşămintelor, pentru perfecţionarea procedeelor de sinteză şi polimerizare, pentru lărgirea cercetărilor în domeniul radiochimiei şi al hidrocarburilor de bază ale petrochimiei. Chimiştii sînt chemaţi de asemenea să rezolve multe probleme şi de ordin teoretic, cum sînt, de pildă, unele probleme din domeniul cineticii chimice, a catalizării, a mecanismelor reacţiilor chimice etc.

În această vastă muncă de cercetare, materialismul dialectic este singura metodologie generală în stare să-i orienteze pe oamenii de ştiinţă în labirintul tot mai complex al ştiinţelor contemporane, ferindu-i să cadă în mrejele subiectivismului sau în confuzia şi deruta relativismului.

„Cunoaşterea temeinică a ştiinţei marxist-leniniste, a adevărului ştiinţific despre natură, viaţă, societate — subliniază tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej — este necesară pentru aprofundarea oricărei ramuri a ştiinţei — fizica, chimia, matematica, fără să mai vorbim de istorie, limbă, literatură. Materialismul dialectic este călăuza sigură a omului de ştiinţă. Numai această concepţie permite studierea lucrurilor şi fenomenelor în mişcarea, dezvoltarea şi transformarea lor, şi nu o prezentare scolastică înţepenită a acestora“ [1].

---

[1] Gh. Gheorghiu-Dej, *Cuvîntare rostită la Congresul învăţătorilor din R.P R.*, în *Articole şi cuvîntări*, ed. a IV-a, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1956, p. 461.

DIALECTICA ŞI METAFIZICA IN PROBLEMA DETERMINISMULUI BIOLOGIC

de *EDITH GULIAN*

INTRODUCERE

În ultimele decenii, printre filozofii şi oamenii de ştiinţă din ţările capitaliste se ridică din ce în ce mai des problema dacă determinismul nu este o teorie depăşită în stadiul actual al cunoştinţelor. Pornind de la unele teorii referitoare la anumite procese din fizica nucleară, o serie de gînditori le extrapolează în domeniul altor ştiinţe, atît ale naturii cît şi ale societăţii, şi consideră că regnul cauzalităţii, al determinismului a trecut pentru totdeauna. Nu este pentru prima dată că unele principii din fizică sînt extinse şi asupra altor domenii de cunoaştere. Acest lucru s-a întîmplat şi în trecut cînd succesele mecanicii clasice au impresionat în aşa măsură pe oamenii de ştiinţă de alte specialităţi încît acestea au mers pe linia interpretării fenomenelor exclusiv printr-o prismă mecanicistă. Dar după cum s-a recunoscut că principiile mecanicii clasice au o valabilitate limitată la o anumită sferă de fenomene şi în nici un caz nu pot servi drept explicaţie sau metodă de studiu în general în alte ştiinţe, tot astfel devine din ce în ce mai limpede că nici principiile mecanicii cuantice nu pot oferi soluţii juste pentru toate domeniile ştiinţei. Iar extinderea tezei indeterminismului fizic, care se bucură încă de o recunoaştere largă în rîndurile fizicienilor atomişti, se vădeşte a fi nejustificată din punct de vedere teoretic şi contrazisă de dovezile experimentale aduse de savanţii sovietici precum şi de o serie de cunoscuţi fizicieni din ţările capitaliste.

Categoria determinismului, a legăturii cauzale universale s-a încetăţenit în ştiinţă încă de la începuturile acesteia. Cercetătorii naturii şi-au dat seama că, fără căutarea şi găsirea cauzei fenomenelor înseşi, ştiinţa nu poate fiinţa. Dar încă din perioada iniţială în care s-a cristalizat noţiunea de cauzalitate şi a fost considerată drept o formă fundamentală de legătură între fenomene, constituindu-se într-o teorie a determinismului, s-au lămurit poziţiile principale în această chestiune, şi anume poziţia idealistă, conform căreia desfăşurarea proceselor şi fenomenelor într-o anumită ordine s-ar datora unui principiu de natură divină sau ideală, şi poziţia materialistă, care afirmă că înlănţuirea de cauze şi efecte într-o anumită ordine şi succesiune ar fi rezultatul acţiunii forţelor materiale înseşi. Lupta dintre materialism şi idealism în problema cauzalităţii este astăzi mai actuală ca oricînd. Într-o formă mai mult sau mai puţin camuflată, teoreticienii burghezi promovează concepţii care neagă importanţa determinismului pentru ştiinţă şi consideră realitatea sub un unghi de vedere probabilist sau chiar indeterminist, iar unii afirmă făţiş că raţiunea sau conştiinţa omenească sau divină introduc ordinea şi necesitatea în natură. Dar, aşa cum arăta Lenin în *Materialism şi empiriocriticism*, „linia subiectivistă în problema cauzalităţii nu e decît idealism filozofic“ [1], iar negarea legilor obiective, a cauzalităţii şi necesităţii în natură duc direct la fideism. Negarea determinismului este nu numai urmarea concepţiei idealiste, ci şi rezultatul gîndirii metafizice pentru care fenomenele din natură şi din societate apar izolate, lipsite de continuitate între ele, statice şi incapabile să interacţioneze, între ele stabilindu-se doar relaţii de tip elementar, superficiale şi neesenţiale.

Este însă limpede că pentru cunoaşterea fenomenelor se impune descoperirea legilor existente în lumea obiectivă, a necesităţii şi determinismului lor. Ca atare, tratarea metafizică a fenomenelor are drept consecinţă negarea sau înţelegerea unilaterală, denaturată a determinismului, ceea ce aduce prejudicii grave ştiinţei şi duce, în ultimă analiză, tot la idealism.

În biologie, din momentul constituirii ei ca ştiinţă şi pînă azi continuă lupta dintre interpretarea materialist-deterministă a fenomenelor vieţii şi explicaţiile idealiste, indeterministe şi finaliste. Profitînd de complexitatea fenomenelor de care se ocupă biologia — fenomene vitale —, ideologii reacţiunii, clericaliştii, idealiştii de toate nuanţele au multiplicat teoriile care apelau la factorii extraorganici şi eliminau din biologie explicaţia ştiinţifică, materialistă şi deterministă. Pe de altă parte, ca reacţie faţă de interpretările vitaliste apar teoriile mecaniciste, care, datorită caracterului lor metafizic, nu sînt în stare să ofere o explicaţie satisfăcătoare fenomenelor din natura vie. Numai aplicarea creatoare a materialismului dialectic în biologie a putut da o rezolvare justă problemei determinismului în natura vie, izgonind definitiv concepţiile teleologice şi indeterministe din ştiinţele naturii.

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 14, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 146.

Şi pentru biologie problema determinismului e majoră. Întrebarea dacă fenomenele şi procesele din natura vie se desfăşoară în mod determinat sau, dimpotrivă, sînt rezultatul interferenţei întîmplătoare a diferiţilor agenţi externi sau interni constituie nu o problemă teoretică mai mult sau mai puţin însemnată, ci o chestiune de a cărei rezolvare pozitivă sau negativă depinde nu numai interpretarea fenomenelor, dar chiar şi abordarea lor experimentală. Este, în fond, însăşi problema existenţei biologiei ca ştiinţă, căci negarea determinismului într-o formă sau alta implică negarea legilor obiective fără de care ştiinţa însăşi este de neconceput. Acest lucru a fost exprimat clar de Engels cînd a scris că, „pentru cel care neagă cauzalitatea, orice lege a naturii este o ipoteză..." [1].

Pentru toţi marii biologi ai lumii, determinismul fenomenelor biologice a constituit un fapt neîndoielnic. Darwin şi Cl. Bernard, Timireazev şi Pavlov etc. au sprijinit ideea determinismului în biologie şi au demonstrat concret existenţa acestuia în diferitele ramuri de cercetare.

Biologii de frunte din ţara noastră au fost adepţi convinşi ai ideilor determinismului fenomenelor din natură. V. Babeş, Gh. Marinescu, N. Leon, D. Voinov, E. Racoviţă etc. au susţinut în scrierile lor importanţa covîrşitoare a principiilor deterministe pentru cercetarea şi înţelegerea fenomenelor biologice. D. Voinov, apărînd determinismul de atacurile reacţionare înverşunate ale finaliştilor şi fideiştilor de tipul lui Paulescu, a arătat convingător inconsistenţa schemelor lor spiritualiste şi metafizice. „Credinţa în determinism — scria Gh. Marinescu —, adică legătura necesară între efect şi cauză, este... însuşi postulatul ştiinţei" [2].

Clasicii marxismului au relevat importanţa determinismului, a explicaţiei cauzale pentru explicarea fenomenelor, dar au atras în acelaşi timp atenţia că tot atît de periculoasă ca ignorarea determinismului este şi aplicarea lui unilaterală, metafizică, ceea ce duce în ultimă instanţă la fatalism şi la denaturarea raporturilor reale dintre fenomene. O justă interpretare a determinismului proceselor din natura vie poate fi realizată numai prin luarea în considerare a caracterului dialectic al relaţiilor dintre fenomene, a multiplității și diversității raporturilor ce se stabilesc între acestea, a mobilității și dinamismului proceselor din natură.

---

[1] F. Engels, *Dialectica naturii*, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 214.

[2] *Pagini alese din opera lui Gh. Marinescu*, Ed. Acad. R.P.R., Bucureşti, 1955, p. 70.

Dacă am încerca o clasificare a teoriilor biologice din punctul de vedere al poziției lor față de principiul cauzalității și determinismului în lumea organică, am putea deosebi, *grosso modo*, trei categorii : teorii care neagă cauzalitatea (curentul indeterminismului organic, curentul probabilist, finalist) ; teorii care acceptă determinarea cauzală a fenomenelor organice, dar o concep în chip mecanicist ; în fine, explicația fenomenelor biologice din punct de vedere materialist-dialectic, explicație profund deterministă și care, depășind limitarea metafizică a mecaniciștilor, reliefează nu numai legătura cauzală dintre fenomene, dar și variația ei în funcție de condiții de timp și de loc.

Studiul de față își propune să urmărească lupta dintre interpretarea dialectică și cea metafizică în problema determinismului biologic și să evidențieze, atît teoretic cît și prin exemple concrete, că gîndirea metafizică, care neagă cauzalitatea sau o concepe mecanicist, e incapabilă să dea o explicație științifică variatelor aspecte ale fenomenelor vieții și duce, pînă la urmă, la idealism.

I

O serie de teoreticieni burghezi refuză să recunoască principiului cauzalității valabilitate în biologie. Argumentele aduse în sprijinul acestei concepții își au originea în două ordine de fenomene : unii consideră că evoluția implică fenomene nerepetabile, unice, care nu ar permite o explicație în termeni cauzali; alții extind relația de nedeterminare din fizica atomică asupra fenomenelor biologice și ajung la concluzia imposibilității exprimării raporturilor biologice sub formă cauzală. Ambelor puncte de vedere le sînt comune ignorarea metafizică a legăturii necesare și istorice dintre fenomene și considerarea relațiilor dintre ele exclusiv sub prisma întîmplării, a contingenței.

La baza ambelor curente se află o concepție idealistă asupra fenomenelor naturii, interpretarea lor din punct de vedere fenomenologist și agnostic.

Astfel, J. H. Woodger, situîndu-se pe o poziție subiectivistă apropiată de a machiștilor, consideră că putem descoperi regularități cauzale doar punînd lucrurile în anumite relații și observînd ceea ce se întîmplă de repetate ori ; dar, întrucît „evoluția reprezintă o serie unică de schimbări nerepetate ce au trecut", ar fi greu de văzut „cum putem găsi regularităţile cauzale ale evoluţiei“ [1]. Un punct de vedere similar apără şi A. Bouvier, care pretinde că faptul că realitatea naturală evoluează fără repetare ar fi „o mare dificultate pentru determinist“. Pe această linie, Bouvier susţine că determinismul ar domni în lumea semiartificială a laboratoarelor şi a tehnicii, dar că, pe măsura examinării obiectelor mai complexe — terminînd cu societatea omenească —, „vedem micşorîndu-se partea schimbărilor ce se repetă, care singure sînt subiectul determinării şi previziunii, şi crescînd partea «schimbărilor ce se schimbă», adică evoluţia propriu-zisă, care produce forme şi fapte fără exemplu, deci imprevizibile“ [2]. Aceşti gînditori neagă legătura cauzală în natură pe temeiul faptului că în istoria naturii fenomenele sînt nerepetabile şi, ca atare, neobservabile în mai multe rînduri.

Constatăm în acest caz atît idealism filozofic — existenţa cauzalităţii este condiţionată de observarea ei de către cineva — cît şi metoda metafizică şi neistorică — nerepetarea implică lipsa relaţiei cauzale, apariţia spontană, nedeterminată de ceea ce a existat mai înainte, evoluţia apare ca o serie discontinuă de evenimente, lipsite de legătură între ele, fenomene individuale şi unice. Această concepţie nu este originală. Ea a fost formulată, încă la sfîrşitul secolului trecut, de reprezentanţii şcolii filozofice neokantiene de la Baden (Rickert, Windelband), pentru care istoria omenirii constituie un şir de evenimente particulare, unice şi căreia nu i se poate în nici un caz aplica legea cauzalităţii. În timp ce Rickert circumscria sfera cauzalităţii la natură, actualii epigoni ai acestui punct de vedere izgonesc cauzalitatea şi din acest domeniu al realităţii. Ei afirmă că explicaţia cauzală apare doar ca un „concept operatoriu la ordinea de mărime temporară a acţiunii noastre asupra lucrurilor“ [3]. Fr. Meyer susţine cauzalitatea ca avînd un aspect tehnic şi presupune totodată o activitate modificatoare şi informativă; din această perspectivă, teoria cauzalităţilor evolutive are mare importanţă pentru capacitatea creatoare a omului. În schimb, pentru istoria naturii, pentru fenomene ce se petrec la scara timpurilor geologice, conceptul de cauzalitate ar fi lipsit de valoare, căci complexitatea extremă a fenomenelor proceselor evolutive istorice (paleontologice) nu pot fi explicate dintr-un punct de vedere cauzal. De aceea Meyer consideră că singura atitudine rezonabilă ar consta în „liberarea de obsesia cauzalistă, prin situarea într-o perspectivă hotărît fenomenologică“ [1]. Meyer postulează deci renunţarea la explicaţia cauzală a fenomenelor din istoria naturală, sub pretext că nu avem posibilitatea cunoaşterii şi reconstituirii lor. Pe acelaşi motiv, Gould afirmă că orice păreri în legătură cu procesele evolutive nu sînt decît speculaţii „ce nu pot fi nici confirmate şi nici falsificate“ [2].

---

[1] J. H. Woodger, *Physics, Psychology and Medicine*, Londra, 1956, p. 399, citat după Gould, *The British J. for the Philosophy of Science*, vol. VIII, 1957, nr. 31.

[2] A. Bouvier, *Déterminisme et loi*, în „Studia philosophica“, vol. XVII, 1957, p. 13.

[3] Fr. Meyer, *Problématique de l'évolution*, Paris, PUF, 1954, p. 60.

Punctul de vedere pozitivist, strict fenomenologic nu este părăsit nici atunci cînd se recunoaşte valoarea limitată a principiului cauzalităţii. T. A Goudge consideră că explicaţia cauzală se poate referi la evenimente particulare, cum ar fi, de exemplu, apariţia amfibiilor terestre Această afirmaţie nu presupune legi generale şi nici nu poate fi verificată experimental decît prin aceea că în cursul vremii nici un fapt n-a contrazis aserţiunea respectivă. Prin urmare, Goudge admite „că istoria naturală foloseşte explicaţii cauzale şi că cea mai tipică, fiind de felul pe care am încercat s-o descriem, nu aduce nici un fenomen individual sub o lege generală“ [3]. În fond, după Goudge, nu dispunem pentru fenomenele trecute din istoria fiinţelor vii decît de modele explicative bazate pe o presupunere („conjecture“) asupra originii sau sfîrşitului unui eveniment.

Care este deci concluzia teoreticienilor idealişti şi metafizicieni citaţi ? Ea poate fi exprimată astfel : evoluţia se compune din fenomene unice, nerepetabile, care deci nu pot fi supuse experimentării ; ca atare, în legătură cu aceste fenomene nu pot fi enunţate legi generale, ele nu sînt supuse cauzalităţii şi determinismului, şi de aceea trebuie să ne limităm doar la adunarea de informaţii despre evenimentele trecute. Lenin a demascat modul subiectivist de tratare a problemei cauzalităţii încă în „Materialism şi empiriocriticism“. Referindu-se la ideile machiştilor în această problemă, idei similare cu ale subiectiviştilor actuali, el scria : „Problema gnoseologică într-adevăr importantă, care împarte curentele filozofice, nu e aceea de a şti ce grad de precizie a atins descrierea legăturilor de cauzalitate pe care o facem noi — şi dacă aceste descrieri pot fi exprimate în formule matematice precise —, ci aceea de a şti dacă izvorul cunoaşterii acestor legături este legitatea obiectivă a naturii sau sînt însuşirile minţii noastre, facultatea proprie acesteia de a cunoaşte anumite adevăruri apriorice etc." [1].

---

[1] Fr. Meyer, *Problématique de l'évolution*, Paris, PUF, 1954, p. 53.

[2] R. P. Gould, *The place of historical statements in biology*, *The british journal for the philosophy of science*, vol. VIII, 1957, nr. 31, p. 210.

[3] T. A. Goudge, *Causal explanations in natural history*, în „The british journal for the philosophy of science“, vol. IX, 1958, nr. 35, p. 202.

Dar din negarea cauzalităţii şi a determinismului ca legi generale ce au funcţionat în istoria naturii vii decurge în mod firesc şi respingerea acestor legi pentru fenomenele biologice ce se petrec în momentul de faţă. Este ceea ce se petrece în fond astăzi, cînd negarea aspectului legic, determinat al procesului evolutiv se împleteşte la aceşti gînditori cu ignorarea, mai mult sau mai puţin făţişă, a cauzalităţilor prezente.

În legătură cu această problemă trebuie relevată şi altă interpretare metafizică şi idealistă a procesului evolutiv : ortogeneza. Teoriile ortogenetice se caracterizează prin conceperea evoluţiei ca desfăşurîndu-se într-una sau mai multe direcţii bine definite. Încă de la începutul ei, ortogeneza pare a prezice o mişcare spre o anumită stare, organ sau aparat mai mult sau mai puţin complicat, implică deci o predeterminare a ceea ce se va realiza la capătul seriei evolutive. Cuénot, partizan al ortogenezei, susţine că „fondatorii liniilor mari sau mici au în sine, potenţial, desfăşurarea viitoare a speciilor lor..." [2]. Această interpretare net finalistă, care repetă preformismul ontogenetic pe scara filogenezei, şi-a găsit apărători atît printre neolamarckişti (Eimer, Cope), cît şi printre neodarvinişti (Weismann, Naegeli etc.). G. Dubois, într-un studiu recent [3] relevă finalitatea imanentă a ortogenezei şi îi acordă dreptul de explicaţie universală a evoluţiei.

Caracterul metafizic, mecanicist al concepţiei ortogenetice rezultă din finalismul ei Din moment ce evoluţia este predeterminată, lanţurile cauzale îşi pierd caracterul deschis, ele nu se mai pot modifica în funcţie de variaţia diferiţilor factori, ci devin indiferente faţă de acestea, urmînd drumul prescris. Spre deosebire deci de teoriile care negau cauzalitatea în evoluţie pe temeiul inovaţiei permanente, a unicităţii fenomenelor ce ar constitui-o, teoriile ortogenetice resping cauzalitatea în evoluţie tocmai pe motivul contrar al predeterminării întregii desfăşurări viitoare a evoluţiei. Viciul fundamental al teoriilor ortogenetice rezidă în idealismul lor, în faptul că atribuie dezvoltarea lumii organice unor factori imateriali, supranaturali, unor tendinţe interne spre perfecţiune [4].

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 14, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 151.

[2] L. Cuénot, *L'évolution biologique*, Masson, Paris, 1951, p. 537.

[3] G. Dubois, *Originalité et finalité des êtres vivants*, în „Studia philosophica", vol. XVI, 1956.

[4] Iniţiatorul teoriei ortogenezei (Eimer) avea o poziţie materialist-mecanicistă, dar majoritatea adepţilor acestui punct de vedere s-au situat pe poziţii net idealiste.

De aceea nici unul dintre aceste genuri de teorii nu pot da o explicaţie valabilă fenomenului evoluţiei sau cauzalităţilor prezente.

De fapt, problema a fost rezolvată de acum o sută de ani de către Darwin, care a demonstrat că modificarea formelor organice, evoluţia lor se realizează în virtutea anumitor legi, pe baza unor cauzalităţi complexe. Pentru Darwin, faptul că anumite clase de plante şi animale dispar, iar altele noi apar, că natura prezintă o diversitate enormă de forme nu a însemnat cîtuşi de puţin că acestea nu sînt determinate cauzal. Darwin exprimă clar această idee: „Mai există totuşi unii care mai cred că speciile au dat brusc naştere, prin mijloace cu totul inexplicabile, unor forme noi şi total diferite... Din punct de vedere ştiinţific şi ca material pentru cercetări ulterioare, nu există prea multă deosebire între credinţa că formele noi s-au dezvoltat brusc într-un mod inexplicabil din forme vechi şi foarte diferite şi vechea credinţă asupra creaţiei speciilor din pulberea pămîntului“ [1].

În fond, între cei ce neagă evoluţia şi cei care-i neagă caracterul legic, determinat cauzal nu-i decît o deosebire aparentă, căci negarea cauzalităţilor în evoluţie şi a legilor acesteia echivalează fie cu introducerea unui factor supranatural („creaţie de tip evolutiv“, compatibilă cu o cauză primară, deci existenţa unui termen iniţial al evoluţiei care presupune şi pe aceea a unui termen final, aşa cum susţine Teilhard de Chardin), fie cu conceperea evoluţiei drept simplă succesiune de fenomene întîmplătoare care ar putea fi intervertite între ele, ceea ce implică lipsa unei direcţii a evoluţiei, a mersului ei ascendent, deci reduce evoluţia la simplă schimbare. Numai cine porneşte de la ideea preconcepută că în evoluţie nu acţionează cauze şi legi nu le descoperă şi se limitează la observaţii superficiale Dar Darwin, care a fost un observator excepţional, şi-a dat seama că imensa variaţie şi diversitate din natură pot fi explicate numai recurgînd la cauze şi legi generale, că acestea, pentru a putea fi descoperite, nu este necesar să fi fost de faţă în momentul apariţiei lor, ci este suficient să le cercetăm pe baza materialului existent azi. „Speciile sînt produse şi exterminate datorită unor cauze care acţionează lent şi care sînt încă actuale şi nu datorită unor acte de creaţie miraculoase“ [2]. Acest lucru a fost confirmat şi de K. A. Timireazev, care considera pe deplin îndreptăţită explicarea structurii actuale organice şi a trecutului ei istoric prin cauze existente azi [1]. Identificarea, precizarea acestor cauze a fost realizată de Darwin prin cercetarea activităţii conştiente de selecţie a crescătorilor de vite şi horticultorilor. El a acordat studiului organismelor domestice o însemnătate deosebită şi pe această bază a putut formula cauzele şi legile variaţiei, ale evoluţiei. Şi numai pe temeiul evidenţierii legilor şi cauzalităţilor s-a putut explica mecanismul evoluţiei, al istoriei naturale, au putut fi dezvăluite în întreaga lor complexitate cauzele procesului transformării speciilor organice.

---

[1] Ch. Darwin, *Originea speciilor*, Ed. Academiei R.P.R., Bucureşti, 1957, p. 382.

[2] *Ibidem*, p. 285.

Dar ce înseamnă determinism în problema evoluţiei? Înseamnă a căuta cauzele care au provocat o anumită desfăşurare istorică a fenomenelor naturii, înseamnă a găsi premisele care au făcut posibilă apariţia acestor fenomene, înseamnă a stabili dinamica proceselor evolutive. Dialectica marxistă arată că principiul cauzalităţii implică faptul că orice provine din ceva şi deci implică istorismul fenomenelor naturii; de aici decurge şi ideea că descrierea corectă a interacţiunilor şi cauzalităţilor fenomenelor face posibilă cunoaşterea şi previziunea lor. Căci principiul cauzalităţii arată nu numai că orice fenomen este produs de altul, dar şi că în condiţii asemănătoare sistemele materiale prezintă raporturi şi comportamente asemănătoare. Această teză presupune existenţa obiectivă a legilor naturii, posibilitatea explicării şi prevederii fenomenelor din natură. Altfel ar domni empiricul şi orice cunoaştere ar fi valabilă numai pentru cazul unic (aceasta este, după cum am văzut, teza gînditorilor metafizicieni citaţi mai sus).

Din cele expuse rezultă şi valabilitatea principiului determinismului pentru evoluţia formelor organice, căci dacă orice fenomen este provocat de o anumită cauză şi manifestă un anumit fel de a fi în anumite condiţii, acesta nu se poate modifica fără modificarea condiţiilor şi dispariţia sau schimbarea cauzei care i-a dat naştere. De aici două concluzii importante: în primul rînd, că nimic nu apare spontan şi, în al doilea rînd, că modificările asemănătoare ale cauzelor provoacă modificări asemănătoare ale efectelor. Pe această bază s-a putut clădi edificiul ştiinţelor naturii, s-a trecut de la stadiul pur descriptiv al fenomenelor naturii la un stadiu mai înalt, acela al dezvăluirii determinismului lor.

II

Respingerea determinismului în evoluţia biologică are drept consecinţă negarea lui şi în cadrul microevoluţiei. De data aceasta argumentele diferă de cele invocate pentru a nega cauzalitatea în filogeneză : nu se mai vorbeşte nici de unicitatea fenomenelor, nici de faptul că nu pot fi observate şi nici măcar de acela că nu pot fi reproduse. Negarea determinismului fenomenelor biologice se face prin analogie cu unele teorii din fizica atomică, prin extinderea principiului complementarităţii sau a relaţiei de incertitudine a lui Heisenberg asupra proceselor din natura vie. Exponenţii acestui mod de gîndire afirmă că prin descoperirea legilor colectivităţilor de fenomene întîmplătoare — a legilor statistice — s-a inaugurat o ordine nouă în ştiinţă, în care nu mai funcţionează legea cauzalităţii. În felul acesta se instaurează în biologie domnia hazardului, în care totul se bazează pe fenomene individuale, şi care nu permite explicarea regularităţilor, a legităţilor din natură, căci exclude din ea cauzalitatea şi determinismul.

---

[1] Cf. K. A. Timireazev, *Metoda istorică în biologie*, Ed. de stat, Bucureşti, 1946.

Încercarea de a explica toate fenomenele şi procesele din natura vie exclusiv prin teoria probabilităţii este sortită eşecului. Multiplicitatea fenomenelor care se încadrează într-o lege statistică nu indică lipsa determinării, ci arată doar că organismele vii, datorită istoriei lor individuale mai mult sau mai puţin diferită, nu reacţionează uniform în condiţii asemănătoare, ci norma reactivităţii lor variază între anumite limite ; această variaţie însă, dacă evidenţiază particularităţile fiecărui individ, prin însuşi faptul că permite reunirea unui grup de organisme sub o lege generală subliniază valabilitatea determinismului, a cauzalităţii în studiul fenomenelor organice. Calculul probabilităţilor însuşi are o bază reală, care constă tocmai în determinismul proceselor particulare. Legile statistice sînt o dovadă că în multiplicitatea aparent „lipsită de reguli" a cazurilor particulare domneşte o dependenţă cauzală strictă, independentă de posibilitatea de cunoaştere a ei. Descoperirea legilor statistice infirmă doar cauzalitatea mecanică, dar confirmă concepţia dialectică a cauzalităţii.

Unii gînditori se pronunţă împotriva determinismului tocmai pentru că nu concep alt determinism decît cel mecanicist. Astfel, George de Santillana declară că „persistăm să gîndim în termeni de cauze : dar dacă lumea ar fi determinată cauzal în sensul în care o înţelegeau deterministii, am fi tot atît de incapabili să distingem cea mai mică cauză pe cît era Descartes incapabil să facă mecanică în universul său hidrodinamic. Totul s-ar ţine ca un bloc" [1]. Santillana are dreptate cînd refuză determinismului mecanicist capacitatea de a oferi o explicație satisfăcătoare a fenomenelor din natură. Acest lucru este dovedit de toate teoriile mecaniciste (mecano-lamarckiste, localizaționiste etc.) care încearcă să motiveze comportamentul sau stadiul de dezvoltare al organismelor unilateral, printr-o singură cauză, care ar acționa direct, independent de natura ereditară a organismului sau de condițiile înconjurătoare.

---

[1] George de Santillana, *Les mythes de la science*, în volumul *L'homme devant la science*, Rencontres internationales de Genève, p. 129, Ed. de La Baconnière, Neuchâtel, 1953.

Dar dacă aplicarea mecanicistă a determinismului în biologie este sterilă, de aici nu decurge cîtuși de puțin că înseși principiile determinismului trebuie abandonate, că s-a dovedit falimentul acestuia. Dimpotrivă, toate datele științelor naturii concură spre a dovedi cît de necesară e înțelegerea deterministă a fenomenelor din natură, dar din punct de vedere dialectic și nu metafizic. Aceasta înseamnă a privi fenomenele din natură în interacțiunea lor, nu izolate între ele, și, mai mult, în intercondiționarea lor, ceea ce implică caracterul dinamic esențial al raportului de determinare, care-l deosebește de simpla relație, și în același timp indică necesitatea considerării faptului că orice fenomen poate fi în același timp cauză și efect, dar în raporturi deosebite.

Dar a înțelege dialectic procesul de determinare a fenomenelor din natură înseamnă a descoperi și condiționarea lor istorică, atît din punct de vedere filogenetic cît și al raportului cu mediul înconjurător, biotic și abiotic. De asemenea concepția deterministă a naturii impune cercetarea specificului calitativ al determinării la diferitele nivele de dezvoltare a lumii vii în funcție de complexitatea acestora și de raporturile stabilite între ele.

Gradul de complicare extremă a relațiilor existente în natura vie, multiplicitatea raporturilor ce se stabilesc între diferite organisme și între acestea și mediul abiotic înconjurător fac ca toate încercările de explicare unilaterală, metafizică a fenomenelor naturii să fie falimentare. „Numai plecînd de la această interacțiune universală ajungem la adevăratul raport de cauzalitate — scrie Engels —. Pentru a explica fenomenele izolate trebuie să le scoatem din legătura generală și să le examinăm izolat, căci procedînd *astfel* mișcările alternative ne apar una drept cauză, alta drept efect“ [1]. Engels a subliniat în repetate rînduri faptul că determinismul, cauzalitatea este un aspect al interacțiunii universale și că în natură lanțurile cauzale se întrepătrund în mod continuu. Dar tocmai pentru că natura vie prezintă un tablou deosebit de complex al interacțiunilor și intercondiționărilor se pune problema specificului acestora față de manifestările lor în alte domenii ale realității.

---

[1] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 213—214.

Unii teoreticieni au încercat să găsească acest specific în aşa-zisa finalitate a organismelor vii, iar alţii în autonomia, mai mult sau mai puţin pronunţată a organismelor faţă de mediu. În timp ce primul curent postulează o predeterminare a întregii deveniri a organismelor, al doilea îşi bazează concluziile pe o aşa-zisă „lipsă" de reactivitate a fiinţelor vii faţă de fenomenele întîmplătoare. Comun ambelor curente este modul metafizic de abordare, care izolează organismele între ele şi în raport cu mediul, negarea cauzalităţii, fie de pe poziţia predeterminării, fie de pe aceea a absolutizării întîmplării.

Vom încerca în paginile ce urmează să expunem în mod critic unele teorii metafizice în biologie şi să schiţăm soluţionarea problemelor ridicate în conformitate cu dialectica marxistă. În acest scop ne vom referi la o chestiune fundamentală în biologie, interacţiunea dintre organism şi mediu, şi la unele aspecte ale ei, mult dezbătute în literatura biologică teoretică, şi anume acelea ale adaptării, autoreglării şi comportamentului animalelor.

*

Poziţia antideterministă îşi găseşte expresia în curentul „indeterminismului organic". Reprezentanţii acestui curent, ale căror idei sînt împărtăşite şi de ultraselecţionişti, îşi concentrează atenţia asupra proceselor genetice şi consideră mutaţiile genelor ca pe nişte salturi cuantice, consecutive absorbţiei de energie calorică de către moleculele genelor, această energie provocînd modificarea configuraţiei atomilor care intră în componenţa moleculelor respective. În felul acesta se neagă determinarea calitativă a mutaţiilor prin modificarea factorilor din mediu, se separă mutaţiile de metabolism şi se susţine caracterul absolut întîmplător al modificărilor ereditare. „Ignorarea cauzelor care determină direcţia mutaţiilor — scrie G. de Beer —, dacă asemenea cauze există este în fond fără importanţă pentru înţelegerea mecanismului evoluţiei" [1].

Absolutizarea întîmplării, deci renunţarea la explicarea cauzală a procesului mutaţiilor se face (după modelul unor teorii din fizica atomică) în favoarea interpretării exclusiv statistice a legilor care condiţionează fenomenele organice care singură ar permite analiza proceselor cuantice comune sistemelor vii şi celor anorganice. Reducerea metafizică a legilor complexe ale naturii vii la legile valabile la nivel atomic, negarea principiului determinismului în biologie, îi duce pe exponenţii acestui mod de gîndire (ultraselecţionişti, indeterminişti organici etc.) la negarea variabilităţii adaptative, la izolarea organismului de mediu, la acceptarea „spontaneităţii" modificărilor formelor vii. Astfel ei proclamă că „indeterminismul nu pare a trebui să găsească opoziţie în ştiinţa actuală : dimpotrivă, el este în mod evident în sensul evoluţiei sale" [1].

---

[1] Gavin de Beer, *Darwin and Wallace, a century ago*, Endeavour, vol. XVII, 1958, nr. 66, p. 68.

Faptele însă contrazic această afirmaţie atît de categorică şi arată limpede că fără recunoaşterea cauzalităţii în natură nici un fenomen nu-şi găseşte explicaţia corespunzătoare. În laborator, nici un om de ştiinţă nu renunţă la explicaţia cauzală şi mai mult, eforturile tuturor oamenilor de ştiinţă sînt îndreptate spre găsirea legităţilor care guvernează materia vie. De altfel, experimental, s-a dovedit că transformările dirijate, determinate se pot realiza pe toate treptele dezvoltării lumii vii. În ciuda afirmaţiilor despre faptul că mutaţiile se fac „orbeşte" şi cu „indeterminism molecular" (J. H. Muller), cercetările se îndreaptă tocmai înspre găsirea determinismului intim al mutaţiilor, spre stabilirea căilor prin care mutaţiile se realizează într-o anumită direcţie. În acest sens trebuie menţionate experienţele asupra bacteriilor, prin care a fost dovedită posibilitatea transformării unui tip antigenic de pneumococ în alt tip de pneumococ, fixat în prealabil, sau transformarea tipului antigenic al unui bacil colic în alt tip de bacil colic, de asemenea fixat în prealabil prin utilizarea unui principiu inductor de natură dezoxiribonucleică, izolat chimic din bacteria al cărui genotip se urmăreşte [2]. Astfel de „mutaţii dirijate" sînt cunoscute şi la animalele superioare. Sînt bine cunoscute cercetările prof. J. Benoît, P. Leroy, C. şi R. Vendrely, care, injectînd raţe de rasă Pechin cu acid dezoxiribonucleic extras din hematii nucleate şi spermatozoizi de la raţe de rasă Khaki, au obţinut transformări remarcabile la descendenţi (pigmentaţia intermediară a ciocului, schimbarea culorii penajului, a formei capului, taliei etc.).

Cercetările întreprinse la bacterii în legătură cu dobîndirea rezistenţei faţă de antibiotice au dus de asemenea la concluzia inconsistenţei schemei indeterministe a ultraselecţioniştilor. Una dintre problemele cele mai intens cercetate, dată fiind importanţa nu numai teoretică, dar în special practică pe care o prezintă, este aceea a penicilinorezistenţei şi a mecanismului apariţiei acestei proprietăţi (studii întreprinse mai ales asupra stafilococului). S-a constatat că o mare parte dintre tulpinile penicilinorezistente ale stafilococului elaborează o enzimă specifică, penicilinaza, care inactivează proprietăţile bacteriostatice ale penicilinei. Pe această bază, mulţi cercetători au considerat că penicilinorezistenţa stafilococului s-ar datori exclusiv elaborării acestei enzime ; în plus apariţia rară de variante rezistente în cursul tratamentului cu penicilină a făcut pe unii să adopte o ipoteză nejustificată pe linia ultraselecţionismului. Conform acestei ipoteze, prezenţa penicilinei în mediul în care se dezvoltă o populaţie de stafilococi ar provoca selecţia acelor celule la care s-ar produce „spontan" mutaţia genică adecvată. Această mutaţie, acţionînd asupra genei sau grupului de gene care ar asigura condiţiile fenotipice de elaborare a penicilinazei, este considerată a fi absolut independentă de prezenţa penicilinei, care nu ar avea decît un rol selectiv.

---

[1] J. Fouchet, *Le déterminisme peut-il prétendre à une description complète des phénomènes biologiques?* în „Revue philosophique", t. CXLVIII, 1958, nr. 1, p. 69.

[2] A. Boivin, *Directed mutation in colon bacilli*, Cold Spring Harbor Symposium, vol. XII, New York, 1947.

Într-un articol de sinteză asupra acestei probleme, pe baza cercetărilor întreprinse în cadrul Institutului de microbiologie şi epidemiologie „Dr. I. Cantacuzino", dr. I. Mesrobeanu şi dr. E. Păunescu combat această interpretare, arătînd că apariţia variantelor penicilinorezistente se realizează pe cale fiziologică, prin adaptarea metabolismului celular la noile condiţii de mediu create de prezenţa penicilinei. Autorii arată că mediul ambiant, datorită penicilinei pe care o conţine, selectează acei indivizi dn populaţia microbiană al căror metabolism s-a adaptat cel mai bine la noile condiţii. Astfel s-a constatat că la tulpinile stafilococice penicilinorezistente, pe lîngă elaborarea enzimei adaptative — penicilinaza —, survin şi alte modificări metabolice, printre care şi atenuarea potenţialului patogen, schimbarea caracterelor pigmentogene, pierderea capacităţii de a fermenta manita, maltoza, lactoza, glucoza şi zaharoza, substanţe pe care stafilococul auriu Oxford, penicilinosensibil, le fermentează. S-au putut observa de asemenea modificări în ce priveşte posibilitatea de aglutinare, activitatea enzimatică etc., induse o dată cu apariţia penicilinorezistenţei. S-a mai constatat că penicilinorezistenţa afectează şi metabolismul proteic al acizilor nucleici. În urma tuturor faptelor constatate, autorii au putut trage concluzia că „penicilinorezistenţa este rezultatul adaptării microorganismului la condiţiile noi create de prezenţa antibioticului în mediu. Interacţiunea dintre factorii de mediu şi capacitatea metabolică de adaptare a bacteriei deţine rolul hotărîtor în ceea ce priveşte sensul evoluţiei organismului în cauză. Mediul extern defineşte astfel totalitatea proceselor de interacţiune ca un fenomen de adaptare"[1].

Pot fi citate nenumărate alte procese adaptative dirijate la microorganisme. Ne vom mărgini să relevăm experienţele lui Monod şi colaboratori în legătură cu inducerea sintezei enzimelor (β-galactozidaza) în celulele de *Bacterium coli.* Monod a dovedit experimental că bacteriile cultivate în absenţa lactozei sînt lipsite de β-galactozidază, dar că într-un mediu care conţine lactoză, după cîteva ore de incubaţie, în aceste celule se constată o cantitate remarcabilă de enzimă. Astfel, lactoza acţionează ca inductor specific al sintezei β-galactozidazei. Dat fiind durata mică a experienţei şi creşterea foarte limitată a populaţiei celulare acest rezultat nu poate fi explicat prin apariţia de mutaţii „spontane". Aceste observaţii „nu lasă nici o îndoială asupra faptului că în cazul discutat formarea β-galactozidazei, adică a proteinei specifice, este strict determinată de factori externi, şi anume de prezenţa în mediu a inductorului"[2].

Calea pe care se realizează aceste modificări este aceea a metabolismului. Structura şi funcţiile organismului sînt expresia unui anumit mod de realizare a schimbului de substanţe între acesta şi mediul extern, a unui anumit mod caracteristic de asimilare a condiţiilor de existenţă necesare pentru conservarea şi perpetuarea vieţii. Ca atare, metabolismul reprezintă suma proceselor fundamentale care determină, în ultimă analiză, toate procesele din viaţa şi dezvoltarea organismului. De aici rezultă că modificarea dirijată a metabolismului atrage după sine modificarea într-un anumit sens a tuturor proceselor vitale; iar dacă această afirmaţie este justă înseamnă de asemenea că orice transformare a funcţiilor organismului are la bază o modificare metabolică. Prin urmare, chiar şi mutaţiile al căror determinism încă nu este cunoscut sînt tot rezultatul modificărilor de ordin biochimic, lucru dovedit de altfel şi prin natura factorilor mutogeni cunoscuţi (agenţi chimici şi fizici).

Dar dacă acţiunea factorilor externi are rol esenţial în modificarea metabolismului organismelor, modul, direcţia şi limitele în care se realizează această transformare sînt determinate de structura organismului, de condiţiile istorice în care s-a format, de ereditatea şi de plasticitatea acestuia în diferite momente ale dezvoltării embrionare şi postembrionare. A preconiza valoarea exclusivă a condiţiilor exterioare de viaţă presupune un mod mecanicist de gîndire, tot aşa după cum postulatul independenţei organismului faţă de mediu şi al variaţiei lui spontane marchează modul metafizic şi idealist de tratare a problemelor biologice. Teza despre importanţa factorilor externi îşi găseşte confirmarea nu numai în lumea organismelor unicelulare, în care procesele se desfăşoară relativ simplu tocmai datorită structurii lor nediferenţiate, dar şi pe treptele superioare ale dezvoltării materiei vii. Evident că în acest caz verigile intermediare se înmulţesc, determinismul îmbracă forme mai complexe, corespunzătoare stadiului de dezvoltare filogenetică, dar procesele de bază rămîn tot de natură metabolică.

---

[1] I. Mesrobeanu şi E. Păunescu, *Cercetări asupra penicilinorezistenţei stafilococului*, în „Analele romîno-soivetice" seria biologie, 1960, nr. 2, p. 67.

[2] A. Kluyver, C. Van Niel, *Вклад микробов в биологии*, izd.I-L, Moscova, 1959, p. 132.

Astfel, A. V. Blagoveşcenski [1] a stabilit drept condiţii prealabile ale variabilităţii organismelor vegetale evoluţia substanţelor proteice, de la substanţe micromoleculare la cele macromoleculare, şi modificarea calităţii proteinelor în urma schimbării naturii şi succesiunii diverşilor aminoacizi în moleculele proteinei. Modificarea metabolismului normal datorită unor condiţii de viaţă nefavorabile are drept consecinţă formarea de substanţe care fie că inhibă activitatea fermenţilor (dacă sînt în concentraţii mari), fie că le măresc activitatea, adică calitatea (dacă sînt în concentraţii mici). Autorul arată că există o strînsă corelaţie între calitatea enzimelor şi filo- şi ontogenia, modificarea proteinelor active (a enzimelor) determinînd modificarea formei organismului şi a capacităţii lui de a reacţiona la factorii din mediu. Studiind factorii morfogenezei, A. V. Blagoveşcenski consideră că ei pot fi atît interni cît şi externi, dar şi într-un caz şi în altul condiţionarea e de natură biochimică. Printre factorii interni, autorul enumeră în primul rînd structura proteinelor protoplasmei, mai ales a proteinelor complexe ale nucleoproteidelor, care, atunci cînd suferă modificări în ce priveşte numărul şi succesiunea anumitor aminoacizi, constituie una dintre cauzele endogene ale variabilităţii organismelor. Factorii externi ai morfogenezei (temperatura, umiditatea aerului şi a solului etc.) acţionează prin intermediul sistemului enzimatic. Sub acţiunea modificată a diferiţilor factori se formează în celulele plantelor substanţe cu efect inhibitor sau stimulator asupra enzimelor, care încetinesc sau accelerează unele procese fiziologice. Astfel, substanţele care se formează în cursul dezaminării aminoacizilor (în timpul ţinerii timp de 10 zile a colţilor la +2°) nu numai că stimulează germinaţia în diluţii foarte mari (0,0001 mg), dar măresc activitatea şi calitatea catalazei.

---

[1] Cf. A. V. Blagoveşcenski, *Evoluţia biochimică a angiospermelor*, în „Analele romîno-sovietice“, seria biologie, 1960, nr. 4.

Influenţînd deci procesele metabolice, intervenind pe parcursul transformărilor biochimice ale diverselor substanţe, diferiţii factori externi asimilaţi de plante duc la adaptarea organismului la noul mediu, la modificarea lui în sensul impus, determinat de mediu. Dacă noile condiţii de existenţă ale plantei diferă prea mult de cele pe care ea le asimila în mod obişnuit, ea nu le poate include în metabolismul ei şi adaptarea la noile condiţii nu se mai realizează. Aceasta arată că influenţa determinantă a mediului asupra organismului este totuşi relativă, în sensul că modificările pe care acesta le realizează se petrec numai în limitele istoric-determinate ale plasticităţii organismului respectiv.

Adaptarea organismelor la mediu este astfel expresia raporturilor cauzale complexe care se stabilesc între organismele vii şi modul lor de viaţă, biotic şi abiotic. Ea marchează pe de o parte, caracterul dinamic şi istoric al relaţiei de cauzalitate organism-mediu, iar pe de altă parte, scoate în evidenţă factorii multipli şi modalităţile variate de realizare a adaptării.

Prin adaptare se reliefează şi mai puternic faptul că modificările organismelor, indiferent de natura lor, nu sînt de natură spontană, nedeterminată, ci reprezintă totdeauna un răspuns al organismului faţă de condiţiile noi, schimbate, de existenţă.

Dacă dependenţa organismelor vegetale faţă de mediu se bucură de o recunoaştere mai largă, existenţa lor fiind condiţionată direct de substanţele pe care le asimilează din sol cît şi de micro- şi macromediul respectiv (deşi ultraselecţioniştii afirmă şi în acest caz independenţa absolută a genotipului de mediul extern) în ceea ce priveşte speciile animale, unii autori metafizicieni şi idealişti postulează teza „autonomiei" lor, realizată prin procesele de reglaj. Buytendijk opune planta, ca formă „deschisă" influenţelor mediului, animalului, ca formă „închisă". „Opoziţia faţă de mediu — scrie el — creşte direct în funcţie de autonomie, adică de forma închisă de existenţă" [1].

Conform principiilor autonomiste, formele animale ar fi autonome, şi-ar fi dobîndit „independenţa" faţă de mediu prin faptul că nu mai reacţionează în sensul influenţelor acestuia, ci exclusiv pe baza propriilor lor impulsuri endogene.

P. Vendryes, apărător înfocat al punctului de vedere idealist autonomist, pretinde a dovedi „experimental" că între organismele animale şi mediu s-ar stabili numai raporturi aleatorii, întîmplătoare. Ca model experimental el propune să se aleagă animale care

---

[1] J. J. Buytendijk, *Traité de psychologie animale*, PUF, Paris, 1952, p. 65.

„nu caută nici un ţel precis şi care se mişcă în absenţa oricărui cîmp de influenţă“ [1]. În realitate însă, numai vidul ar îndeplini condiţiile impuse de Vendryes, mediul în care animalele îşi petrec viaţa reprezentînd de fapt un „cîmp de influenţe“ care nu poate fi anihilat. Vendryes susţine că în acest mod se poate pune în evidenţă autonomia motorie a animalului, datorită căreia „animalul intră în relaţii aleatorii şi nu deterministe cu repere externe“ [2]. Dar Vendryes afirmă că animalele sînt „autonome“ faţă de mediu nu numai datorită libertăţii lor de mişcare, ci şi prin constanţa mediilor lor interne, realizată graţie mecanismelor regulatoare şi a rezervelor de apă, săruri, lipide, protide etc. pe care le acumulează. „Şi astfel el (organismul animal. — *E. G.)* îşi dobîndeşte *autonomia* în raport cu mediul extern şi anihilează el însuşi orice acţiune determinantă a acestui mediu asupra lui însuşi“ [3]. După Vendryes, această autonomie poate fi exprimată cel mai bine în termenii teoriei probabilităţii, pe care o opune determinismului, deoarece între cele două sisteme (organism şi mediu) relaţiile ar fi aleatorii, adică independente unul faţă de altul. În schimb, Vendryes îmbină în mod paradoxal finalitatea, în care prezentul evoluează spre un scop viitor, cu teoria probabilităţii.

Singura justificare teoretică prezentată e aceea că însăşi anatomia animalelor ar fi o probă de finalitate biologică (conform tezelor lui Cuénot despre organe care sînt anatomic şi funcţional unelte etc.).

Ideile „autonomiste“ şi „probabiliste“ enunţate de Vendryes sînt criticabile atît din punct de vedere teoretic, cît şi al datelor ştiinţifice pe care le foloseşte.

Izolarea metafizică a organismelor animale de mediu este contrazisă de toate cuceririle ştiinţei, care, pe măsura adîncirii şi dezvăluirii aspectelor multilaterale ale raporturilor dintre organism şi mediu scot în evidenţă complexitatea şi varietatea acestor relaţii la animalele superior organizate.

În primul rînd, trebuie relevat faptul că la animalele superioare (la care se referă de fapt Vendryes, deşi vorbeşte despre animale „în general“), ca şi la microorganisme sau plante, mediul acţionează asupra organismului şi determină reacţiile şi modificarea lui în primul rînd pe calea metabolismului.

---

[1] P. Vendryes, *Déterminisme et autonomie*, Armand Colin, Paris, 1956, p. 89.

[2] *Ibidem*, p. 67.

[3] *Ibidem*, p. 15.

Vendryes nici nu ia în consideraţie acest aspect esenţial al relaţiei organism-mediu tocmai pentru că adoptă poziţia mecanicistă de a condiţiona influenţa determinantă a mediului de gradul de mobilitate şi de rezervele constituite. În realitate, aşa după cum recunosc chiar şi unii adepţi ai geneticii clasice, „rezerva" pentru nenumăratele şi complexele procese chimice vine din afara organismului. „Tocmai aici apare pe scenă hrana şi tocmai aici are loc interacţiunea necesară între factorii genetici şi mediul extern"[1]. Rezervele nu realizează deci o separaţie („coupure", la Vendryes) între organism şi mediu decît într-un mod foarte convenţional şi relativ. Ele arată doar că între organism şi mediu raporturile pot fi nu numai directe, dar şi mediate, acţiunea mediului prelungindu-se în timp, chiar şi fără contactul nemijlocit în spaţiu.

La fel ca microorganismele sau plantele, şi animalele, indiferent de nivelul dezvoltării lor, se hrănesc, asimilează numai acele substanţe care corespund naturii lor ereditare, constituită istoriceşte prin acţiunea selecţiei naturale. Această selectivitate este deci proprie tuturor fiinţelor vii, indiferent dacă sînt sau nu mobile. Gradul de mobilitate nu implică deci o superioritate în această privinţă decît în măsura în care permite animalelor să caute *activ* hrana care le convine în mod specific. În lipsa acestor substanţe, animalul ca şi celelalte fiinţe vii, încearcă să le înlocuiască cu altele şi numai în cazul unei incompatibilităţi absolute încetează a se mai hrăni. Rezultă că funcţionarea normală a organismului, care este asigurată prin desfăşurarea neîntreruptă şi echilibrată a proceselor biochimice, este determinată în ultimă instanţă de substanţele primite din mediu, indiferent dacă acestea intră în circuitul transformărilor chimice imediat sau mai tîrziu. Este necesar să amintim totodată faptul că însăşi intensitatea metabolismului se modifică în funcţie de variaţiile nictemerale şi sezoniere, ale dimorfismului sexual, ale vîrstei etc. S-a constatat astfel că variaţiile nictemerale sînt în strînsă legătură cu condiţiile de existenţă (nutriţie, lumină, temperatură etc.), influenţa mediului exercitîndu-se prin intermediul sistemului nervos, al reglării reflex-condiţionate a proceselor fiziologice. Acest lucru a fost pus în evidenţă de cercetătorii sovietici (Slonim şi colaboratori), care au arătat, de exemplu, că extirparea emisferelor cerebrale la lilieci atrage după sine dispariţia variaţiilor nictemerale ale temperaturii corpului ca şi variaţiile glicemiei. Dependenţa variaţiilor metabolice în funcţie de mediul extern a fost relevată şi în ce priveşte schimbările anotimpurilor. Astfel, cercetările lui Kalitaev asupra schimburilor gazoase şi a termogenezei la vacile de lapte ţinute la regim de stabulaţie şi la regim de păşune (adică în diferite anotimpuri) au arătat existenţa unor importante deosebiri sezoniere, evidenţiate printr-un nivel mai crescut al metabolismului de bază în perioada păşunatului.

---

[1] R. Williams, Биохимическая индивидуальность, izd. I-L, Moscova, 1960, p. 23.

Se confirmă astfel pe deplin teza materialist-dialectică despre interacţiunea şi intercondiţionarea permanentă a fenomenelor din natură, despre imposibilitatea existenţei lor izolate ca entităţi nemodificabile şi sustrase influenţei mediului înconjurător. Între organism şi mediu se stabilesc raporturi materiale exprimate prin metabolism, care reprezintă un proces condiţionat de factori atît externi cît şi interni. Pe de altă parte, produsele metabolismului influenţează, la rîndul lor, mediul înconjurător.

Chiar şi din datele sumare enunţate reiese că ideea lui Vendryes după care rezervele ar constitui o barieră între organism şi mediu este infirmată de ştiinţă. Nu mai puţin inconsistentă e teza lui conform căreia organismul animal îşi dobîndeşte autonomia absolută faţă de mediu datorită constanţei mediului intern (a sîngelui) şi a mecanismelor regulatoare care îl fac „să dispună de propriile sale condiţii de viaţă“ [1].

În acest caz trebuie luate în consideraţie două aspecte principale :

a) dacă mecanismele de reglaj „autonomizează“ într-adevăr organismul animalelor faţă de mediul înconjurător şi

b) dacă aceste mecanisme reprezintă dovada unei finalităţi interne a organismului.

Este necesar să subliniem, în primul rînd, faptul că homeostazia (constanţa mediului intern) şi mecanismele de reglaj apar abia pe o anumită treaptă în evoluţia filogenetică a animalelor, legată de dezvoltarea şi perfecţionarea sistemului nervos.

Dobîndirea homeostaziei a însemnat un important pas înainte în evoluţia vieţuitoarelor ; ea a marcat un stadiu înaintat de dezvoltare a animalelor la care mediul intern nu a mai depins direct de variaţiile mediului extern menţinîndu-se în anumite limite, indiferent de variaţiile din exterior. Aceasta a făcut posibilă deplasarea animalelor în medii deosebite, căutarea activă a unor habitate corespunzătoare etc.

Trebuie remarcat, în primul rînd, că şi la animalele care încă nu au dobîndit homeostazia există sisteme autoreglatoare care le asigură adaptarea la mediul extern. Astfel, animalele nevertebrate dulcicole care în mediul natural sînt homeostatice, au un mediu intern mai concentrat decît mediul extern. Menţinerea concentraţiei şi a compoziţiei mediului intern nu e în funcţie de o pretinsă impermeabilizare a membranelor limitate, ci de un regim de echilibru al diferiţilor factori, cum ar fi pătrunderea apei din exterior în interior prin osmoză, datorită diferenţei de concentraţie, absorbţia activă a substanţelor anorganice plecînd de la un mediu extern hipotonic, cît şi de activitatea nefridiei, care elimină mai multă apă decît substanţe anorganice (urină hipotonică, abundentă). De asemenea, la animalele poikiloterme, la care temperatura corpului este în funcţie de cea a mediului, există mecanisme care reglează această dependenţă (deşi temperatura corpului nu urmează întocmai modificările termice ale mediului). Astfel, la toate poikilotermele, temperatura corpului creşte în urma activităţii musculare (înot, zbor), a radiaţiei solare, a unei anumite coloraţii a suprafeţei corpului etc. Desigur că aceste mecanisme osmo- şi termoreglatoare constituie numai un început, calitativ inferior de reglare, care nu asigură decît în foarte mică măsură „libertatea" animalelor faţă de mediu. Această „libertate" ele o dobîndesc o dată cu homeostazia, dar aceasta este o libertate, o autonomie relativă, în sensul că mecanismele reglatoare reglează *tocmai reacţia organismului faţă de mediu.* Prin urmare, independenţa pe care au dobîndit-o animalele superior organizate prin mecanismele de reglaj permit acestora trecerea dintr-un mediu în altul (din apă dulce în apă sărată şi invers, de la temperaturi înalte la altele scăzute etc.) tocmai datorită perfecţionării sistemului nervos, prin intermediul căruia organismul primeşte acum toate excitaţiile din mediu. S-a trecut deci de la stadiul inferior, în care organismul reacţiona mai mult sau mai puţin nediferenţiat şi nemijlocit la diverşi excitanţi (chimici, mecanici, luminoşi, termici etc.), la un stadiu superior în care organismul posedă un aparat specializat în a primi, analiza şi sintetiza excitaţiile din mediu şi a reacţiona în mod adecvat faţă de ele. Ca atare, independenţa relativă faţă de mediu a acestor organisme exprimă de fapt legătura din ce în ce mai profundă şi multilaterală, reacţiile din ce în ce mai fine şi mai precise faţă de mediu, care se realizează prin participarea etajelor superioare ale sistemului nervos central.

---

[1] P. Vendryes, *op. cit.*, p. 48.

Să reluăm, spre exemplificare, procesele de termoreglare. Homeotermele (păsări, mamifere) au o temperatură a corpului constantă, puţin dependentă sau aproape independentă de a mediului ambiant. Constanţa termică este rezultatul intrării în joc a unei serii de mecanisme, sub control nervos, care răspund fin şi precis acţiunii factorilor din mediu. Principala condiţie a apariţiei homeotermiei vertebratelor superioare a constituit-o tocmai dezvoltarea sistemului nervos, în special a nervilor vasomotori şi a centrului special termoreglator. Faptul că la o serie de mamifere lezarea chirurgicală a integrităţii sistemului nervos sau narcoza provoacă o gravă tulburare a termoreglării, homeotermia fiind înlocuită cu heterotermia, este o dovadă în acest sens. Sistemul nervos reglează atît procesele de termogeneză, prin stimularea proceselor oxidative (termoreglare chimică), cît şi circulaţia sanguină periferică a lumenului vaselor periferice prin nervii vasodilatatori şi vasoconstrictori care răspund reflex şi adecvat excitaţiilor termice din mediul ambiant (termoreglare fizică). Astfel, dacă temperatura mediului înconjurător scade intens, intră imediat în acţiune termoreceptorii din piele, respectiv receptorii faţă de frig. Excitarea acestor receptori provoacă, prin sistemul nervos vegetativ, o vasoconstricţie periferică cît şi creşterea producţiei de căldură pe seama măririi tensiunii muşchilor iar în caz de răcire foarte puternică pe seama vibraţiei (tremuratului) muşchilor. Acest proces continuă pînă se ajunge iar la starea de echilibru termic. În caz de încălzire a mediului ambiant au loc procesele de vasodilatare periferică şi de transpiraţie.

Pentru procesele de termoreglare are mare importanţă existenţa termoreceptorilor care semnalizează necesitatea intrării în acţiune a mecanismelor termoreglatoare, cît şi durata acţiunii lor.

În reacţiile complexe ale organismului animal faţă de modificările termice ale mediului ambiant, un rol important revine proceselor nervoase realizate cu participarea scoarţei cerebrale. Experienţele cercetătorilor sovietici Pşonik, Slonim etc. au arătat că o serie de factori ai mediului (umiditatea şi viteza aerului, temperatura obiectelor înconjurătoare etc.) pot deveni semnale condiţionate pentru procesele de termoreglare dacă sînt asociate cu excitanţi termici. Posibilitatea elaborării de reflexe condiţionate de termoreglare la diferite mamifere arată rolul important al cortexului în aceste procese şi indică posibilitatea sporită de adaptare, pe această cale, la condiţii de viaţă diferite.

Din analiza faptelor citate rezultă însă în mod necesar şi concluzia determinismului proceselor fiziologice, a legăturii cauzale şi necesare care are loc în cazul fenomenelor complexe din organism.

Toate mecanismele reglatoare din organismul animal sînt expresia manifestării relaţiilor cauzale care se stabilesc în desfăşurarea diferitelor verigi ce duc la menţinerea homeostaziei. Din acest punct de vedere, fiziologii au apreciat drept fapt pozitiv aplicarea ciberneticii în fiziologie, care, prin noţiunile ei clare şi precise, a dat, o dată mai mult, posibilitatea interpretării obiective şi nefinaliste a mecanismelor reglatoare. Acest lucru s-a dovedit a fi cu atît mai necesar, cu cît o serie de autori, filozofi şi fiziologii, s-au folosit de funcţiile de reglaj pentru a „demonstra“ finalitatea acestora. Această teză o întîlnim la Vendryes, la Wagner[1], la Rouvière[2] şi o găsim exprimată cu maximum de claritate la L. Bounoure, care scrie că reglajul „conferă oricărei funcţii finalitatea sa ; el este, prin excelenţă, *legea teleologică* a vieţii“[3]. De fapt, folosirea autoreglării organismelor pentru justificarea finalismului constituie o formă camuflată de introducere a concepţiilor idealiste în biologie. În plus trebuie relevat că aceşti autori nu se mulţumesc numai să-şi expună părerile, dar le falsifică şi pe ale marilor gînditori clasici ai biologiei, declarîndu-i finalişti. Astfel Rouvière susţine că Darwin era creaţionist şi finalist, iar Vendryes afirmă că Cl. Bernard respingea selecţia naturală şi adaptarea în favoarea finalismului. Aceste încercări de denaturare a concepţiilor marilor oameni de ştiinţă sînt însă sortite eşecului. Poziţia deterministă, antifinalistă a lui Darwin şi Cl. Bernard sînt unanim recunoscute şi reies cu prisosinţă din lucrările lor epocale. Cl. Bernard a dezvăluit primul importanţa mecanismelor de reglaj în menţinerea homeostaziei şi a accentuat caracterul determinist al raporturilor ce se stabilesc în acest caz între diferiţi factori ce intră în joc. Astfel, Cl. Bernard, opunîndu-se introducerii finalismului în fiziologie, declara răspicat : „Este necesar să delimităm perfect domeniul fiziologiei generale, separîndu-l în mod precis de acele armonii finalist-cosmice“[4].

Pentru a dovedi cît de tendenţioasă este folosirea autoreglajului pentru introducerea finalismului în fiziologie, vom mai aduce unele exemple[5], dintre nenumăratele dispozitive reglatoare care asigură funcţionarea în condiţii optime a organismului.

Un astfel de exemplu este constanţa concentraţiei zahărului în sînge.

Se ştie că una din constantele organice ale sîngelui, glucoza, are o concentraţie de 1 g/l. Orice variaţii ale concentraţiei sînt corectate rapid, menţinîndu-se un echilibru foarte exact între consumul de zahăr şi trecerea lui în sînge. Un rol central îl joacă în acest caz ficatul. Trebuie menţionat în primul rînd că însuşi nivelul zahărului în sînge este excitantul adecvat care pune în acţiune mecanismele de reglare a nivelului zahărului în sînge. Astfel, modificarea nivelului zahărului în sînge provoacă o perturbare dirijată în sens contrar a acţiunilor reglatoare; acestea din urmă provoacă schimbarea nivelului zahărului în sînge, ceea ce, la rîndul său, duce la noi corectări ş.a.m.d. Atît pentru mărirea cantităţii de glucoză în sînge (adică pentru creşterea concentraţiei în cazul în care nivelul zahărului în sînge a scăzut), cît şi pentru cazul invers, de îndepărtare a zahărului din sînge (deci de scădere a concentraţiei lui) intră în joc o serie de factori atît la nivelul tractului digestiv, cît şi în ce priveşte controlul endocrin şi reglarea nervoasă.

---

[1] R. Wagner, *Probleme und Beispiele biologischer Regelung*, Stuttgart, 1954.

[2] H. Rouvière, *Vie et finalité*, Masson, Paris, 1947.

[3] L. Bounoure, *Déterminisme et finalité*. Flammarion, Paris, 1957, p. 127.

[4] Citat după studiul introductiv de Gh. Brătescu la *Introducere în studiul medicinii experimentale*, Ed. ştiinţifică, 1958, p. 45.

[5] Primul exemplu a fost al proceselor de termoreglare.

Finaliştii interpretează menţinerea constantă a concentraţiei zahărului în sînge drept manifestare a finalităţii organice interne. De fapt „scopul" există în acest caz, ca şi în toate celelalte cazuri similare, doar în gîndirea celui care cercetează fenomenul. În fond, este vorba de un sistem de cauze şi efecte care asigură un echilibru al concentraţiei zahărului în sînge.

Acest echilibru se realizează pe seama intrării în joc a nenumărate funcţii şi reacţii ale organismului, fiecare verigă antrenînd după sine pe cea următoare, perturbarea lanţului de reacţii cauzale într-un anumit punct avînd drept rezultat dezechilibrarea întregului proces. Acest lucru apare clar în condiţii patologice, cînd „finalitatea" încetează a mai funcţiona.

Acelaşi lucru este valabil şi pentru procesele de reglare care depăşesc sfera individuală şi privesc fenomenele colective.

Astfel, o ilustrare interesantă e dată de G. V. Nikolski [1] în legătură cu autoreglarea cantităţii de populaţie la peşte. Autorul arată că la peşti adaptările în legătură cu reglarea densităţii populaţiei sînt dezvoltate în raport cu posibilităţile de găsire a hranei. Cu cît hrana e mai accesibilă, cu atît cantitatea populaţiei creşte şi invers. Aceste capacităţi autoreglatoare nu sînt bine dezvoltate la speciile de peşte adaptate la condiţii de hrană relativ stabile, cît şi la speciile adaptate la o mortalitate scăzută şi stabilă la partea matură a populaţiei (rechini, moruni etc.). În schimb, peştii adaptaţi la condiţii de hrană variabile şi la o mortalitate mare şi variabilă la peştii maturi au capacitate compensatorie mărită.

Mecanismele de autoreglare la peşti sînt variate. Cazul cel mai comun este schimbarea în viteza de creştere a indivizilor, cît şi schimbarea în vîrsta maturităţii. Capacitatea de reproducere a populaţiei e în legătură şi cu schimbarea de fecunditate. La multe specii de peşti, indivizii care cresc repede produc mai multe ouă decît cei care cresc încet, chiar dacă ajung de aceeaşi mărime. În majoritatea cazurilor, specimenele mai grase au fecunditate mai mare. Un mecanism reglator remarcabil este modul de a depune icre şi de a ajunge la locul de depunere.

---

[1] G. V. Nikolski, *Despre formele adaptării la autoreglarea cantităţii de populaţie la peşti*, în „Jurnal obşcei biologhii", t. XXI, 1960, nr. 4.

Şi acest exemplu arată că autoreglarea „este un sistem de interacţiune la care *însăşi abaterea de la normă a funcţiei serveşte ca stimulent pentru revenirea la normă*“ [1]. În cadrul sistemelor autoreglate, prin apariţia unei tulburări de origine externă sau internă, se declanşează în organism un lanţ de acte succesive care duc pînă la urmă la restabilirea normei. Această succesiune este strict determinată, altfel nu şi-ar îndeplini efectul final pozitiv. Organismul este informat de utilitatea efectului final al diverselor procese ce se petrec în organism (ceea ce în cibernetică este numit nonexiune inversă sau feed-back) şi pe această bază poate trece la efectuarea altor procese sau se impune corectarea celor efectuate. Informaţia se găseşte şi la originea succesiunii de procese (sub forma excitantului), dar şi la sfîrşitul actului reflex sau procesului respectiv (sub forma informării asupra efectului util al acestuia).

Adaptarea organismului la mediu este realizată tocmai prin interpretarea detaliată a informaţiilor şi a posibilităţii, pe această bază, de a corecta erorile de comportament sau din cadrul proceselor interne.

În procesul evoluţiei, gradul de semnalizare inversă a efectului util final al diferitelor procese din organism sau al comportamentului animalelor în raport cu factorii de mediu marchează jaloane, fiind un factor esenţial în adaptarea organismelor la mediu şi în selecţia naturală. Fiziologul sovietic P. K. Anohin, care a descris şi a studiat acest fenomen încă înainte de enunţarea principiilor ciberneticii, a numit această semnalizare a efectului util final „aferentaţie inversă“ şi a subliniat că, „fără această apreciere a utilităţii, întreaga comportare adaptativă a animalului s-ar transforma într-un haos total“ [2].

Baza pe care se realizează aferentaţia inversă o constituie conexiunile nervoase, care informează şi semnalizează organismului toate modificările survenite atît în organismul însuşi, cît şi în mediul ambiant. Lucrările laboratorului condus de Anohin au arătat că în momentul în care încetează sinteza tuturor excitaţiilor aferente şi cînd începe formarea răspunsului reflex corespunzător, în regiunea efectorie se formează un aparat special, pe care l-a numit *acceptorul acţiunii*, care efectuează o comparare a rezultatelor sintezei aferente cu rezultatele acţiunii îndeplinite. Astfel, în timp ce concordanţa excitaţiilor încheie ciclul, neconcordanţa lor provoacă un lanţ de reacţii de corectare, care duc în cele din urmă la răspunsul reflex corespunzător.

---

[1] P. Anohin, *Cartea lui Paul Cossa „Cibernetica“* în „Analele romîno-sovietice“, seria filozofie, 1960, nr. 1, p. 131.

[2] P. K. Anohin, *Fiziologia şi cibernetica*, în „Probleme de filozofie“ 1957, nr. 4, p. 190.

Merită semnalate în acest sens cercetările lui Granit şi colaboratorii, care au dovedit că în reglarea tonusului muscular[1] intervin, pe lîngă două grupe de neuroni motori din coarnele anterioare ale măduvei spinării, şi fibre eferente care se întorc înapoi la nivelul muşchilor, reglînd tonusul acestora. La rîndul ei, schimbarea tensiunii în muşchi excită partea centrală a fusului muscular şi ciclul se repetă. Găsim aici o analogie cu fenomenele de aferentaţie inversă, care asigură o adaptare fină a tonusului muscular conform necesităţilor : pe măsură ce au loc schimbări în starea tonusului muscular ca urmare a reacţiilor reflexe determinate în centrii nervoşi, aceste modificări informează înapoi măduva, iar prin neuronii şi fibrele corespunzătoare pot interveni corectările necesare în orice moment.

După cum vedem, faptul că activitatea unui sistem este reglată de înseşi rezultatele acestei activităţi prin conexiunile inverse, faptul că tocmai deosebirea dintre starea dată şi cea necesară (efectivă) este punctul de plecare pentru apariţia unei noi activităţi (corectoare) în cadrul sistemului şi că în toate aceste procese succesiunea acţiunilor se realizează pe baza principiului cauzalităţii, demonstrează convingător inconsistenţa teoriilor finaliste în ce priveşte fenomenele din natură.

Aceasta demonstrează totodată complexitatea excepţională şi particularităţile realizării proceselor cauzale în natura vie, procese care îmbracă forme caracteristice în funcţie de gradul de dezvoltare al fenomenelor biologice respective şi de raporturile generale dintre ele şi dintre acestea şi mediul ambiant.

Finaliştii consideră că utilitatea finală a autoreglării este expresia „scopurilor" constitutive care ar direcţiona activitatea organismelor. Ca şi în orice discuţie asupra finalismului, aici se ridică două chestiuni esenţiale : în primul rînd, cine a „pus" aceste scopuri şi a ales cu atîta rafinament mijloacele de a le realiza ; în al doilea rînd, cum este posibil ca sfîrşitul unui proces să predetermine ceea ce abia urmează să se realizeze.

---

[1] Prin tonus muscular se înţelege contracţia reflexă constantă a muşchilor care menţin postura caracteristică.

Finaliştii nu prezintă soluţii ştiinţifice pentru rezolvarea acestor probleme. Ei se referă tot timpul la caracterele specifice ale proceselor vitale pentru a preconiza valabilitatea „scopurilor" în natură. Astfel, după S. Bommer, căutarea finalităţii nu e mai puţin ştiinţifică ca cea a cauzalităţii. Dimpotrivă, cauzalitatea nu ar permite explicarea fiinţei vii, deoarece în experimente nu percepem decît procese fizico-chimice parţiale şi nu viaţa însăşi. Numai finalitatea ar explica ceea ce depăşeşte sfera fizico-chimică, ceea ce ar constitui specificul vieţii.

Aceeaşi argumentaţie este folosită şi de E. Tomlin, care ajunge să afirme că „viaţa este realitatea însăşi, concepută ca o urmărire conştientă a valorii"[1]. Această idee este de fapt reluarea unei teze a binecunoscutului finalist R. Ruyer, care postulează existenţa unei lumi ideale spre care ar tinde şi care ar direcţiona activitatea vitală a organismelor. Chiar şi conexiunile inverse sînt, după Ruyer, „învăluite şi încadrate de o tensiune ideal-actual... Trebuie ca sistemul organic să fie «aservit» nu numai aparatelor sale nervoase, dar şi unui ideal transspaţial ale cărui conexiuni inverse cerebrale nu sînt decît auxiliare"[2].

R. Ruyer foloseşte tendenţios cuceririle ştiinţei în scopul justificării finalismului şi fideismului. După cum mărturiseşte singur, finalismul are drept corolar direct fideismul. Acest lucru reiese clar şi din cercetarea opiniilor lui Rouvière, Bounoure şi ale altor finalişti-fideişti. Este interesant de relevat că unii finalişti, dîndu-şi seama cît de greu sînt de apărat poziţiile antideterministe, încearcă să concilieze finalismul cu determinismul. Pe motiv că fără cauze eficiente procesele vitale s-ar desfăşura fără direcţie şi scop şi că fără finalitate cauzele eficiente ar fi un nonsens, Rémy Collin afirmă că determinarea se confundă cu cauza finală, determinismul cu devenirea mijloacelor preordonate pentru acest scop. „Determinism şi finalism sînt legate între ele în mod strîns şi necesar"[3], scrie el. Iar L. Bounoure afirmă ritos că pentru tot ceea ce este viu „*determinismul şi finalitatea nu sînt decît una şi aceeaşi lege*, în care se rezumă orice organizare vie"[4].

---

[1] E. Tomlin, *The philosophy of life*, în „Dialectica", vol. 13, 1959, nr. 2, p. 154.

[2] R. Ruyer, *La cybernétique et l'origine de l'information*, Flammarion Paris, 1954, p. 113 şi 108.

[3] R. Collin, *Plaidoyers pour la vie humaine*, Paris, 1952, p. 71.

[4] L. Bounoure, *Déterminisme et finalité*, p. 267.

Pornind de la aceste consideraţii, putem afirma că răspunsul finaliştilor la cele două chestiuni enunţate mai sus este clar, deşi el nu clarifică nimic : scopurile „constitutive", modalităţile şi căile pentru realizarea lor sînt „puse" de o forţă supranaturală, indiferent de denumirea ei. Se ajunge astfel la un teism primitiv, la antropomorfism. Acest lucru l-a văzut limpede încă Democrit, care scria acum două mii de ani : „Oamenii şi-au construit un idol al sorţii pentru a-şi înfrumuseţa propria lor nedumerire".

Interpretarea finalistă este în esenţă idealistă, şi de aceea orice teorie care ar utiliza-o este neştiinţifică, fiind viciată de la bază.

Cercetarea ştiinţifică a demonstrat că în natură găsim numai cauze ; scopurile sînt introduse de gîndire, ele fiind o categorie a spiritului. Încă Kant a arătat că finalismul e doar un „principiu regulativ" al cercetării. A accepta existenţa scopurilor imanente în natură înseamnă a anticipa tocmai ceea ce se caută. Oamenii judecă în mod obişnuit funcţia unui organ numai prin prisma eficacităţii lui pentru organism; se interesează de „scopul" lui faţă de întreg ; organul se comportă „ca şi cum" ar fi acolo pentru realizarea unui anumit scop. Dar nici organul şi nici organismul nu sînt dotate cu raţiune, care singură ar face posibilă luarea la cunoştinţă a scopurilor. Aşa-zisa finalitate internă nu arată de fapt decît forme ale interacţiunii şi interdependenţei din cadrul organismului şi dintre acesta şi mediul înconjurător. Aşa-numita finalitate internă nu poate fi explicată decît din punct de vedere istoric, cercetînd evoluţia filogenetică a fiecărei specii în parte, considerînd-o ca ultimă verigă adaptativă rezultată prin acţiunea selecţiei naturale. Selecţia naturală este aceea care a fixat în decursul timpurilor acele caractere şi raporturile dintre ele care astăzi par, dacă nu sînt privite istoriceşte, drept „creaţii" fie ale unei forţe din afara organismului, fie ale unor „scopuri" interne.

Rezultatul mai mult sau mai puţin invariabil al proceselor de autoreglaj, diferitele structuri morfologice adecvate unui anumit tip de activitate (locomoţie, alimentare etc.), toate acestea sînt consecinţa adaptării organismelor la mediu şi a selecţiei naturale a celor mai viabile şi mai corespunzătoare organisme în decursul evoluţiei speciilor. „Perfecţiunea" foarte relativă a unor organe sau procese din organism nu este o dovadă în favoarea finalismului, ci rezultatul selecţiei naturale care „cercetează critic, zilnic şi ceas de ceas, în întreaga lume, cele mai uşoare variaţii, respingîndu-le pe cele dăunătoare, păstrîndu-le şi acumulîndu-le pe toate cele folositoare ; ea lucrează în tăcere şi pe nesimţite *oricînd şi oriunde i* *se oferă prilejul,* la perfecţionarea fiecărui organism în legătură cu condiţiile sale organice şi neorganice“ [1].

Teoria selecţiei naturale a dat o lovitură mortală reprezentărilor teleologice în biologie şi a făcut să triumfe, o dată mai mult interpretarea cauzală, deterministă în explicarea fenomenelor din lumea vie.

Teoria selecţiei naturale demonstrează că în natură nu există forme predeterminate, că organismele în forma lor actuală sînt rezultatul succesiunii de cauze ce intervin şi acţionează asupra lor din mediul extern. În felul acesta, teoria selecţiei naturale pune în evidenţă în mod pregnant faptul că interrelaţiile dintre organisme şi mediul lor de viaţă, biotic şi abiotic, adaptările organismelor la aceste condiţii de trai şi relaţiile dintre aceste organisme sînt singurii factori care intervin în evoluţia speciilor. Nu mai rămîne astfel loc nici pentru intervenţia divinităţii, nici a predeterminării sau a fatalităţii.

Natura vie este rezultatul acţiunii unor forţe materiale care acţionează asupra unor sisteme materiale în mod legic şi determinat.

III

Un alt aspect al determinismului biologic îl ridică comportamentul animalelor ca parte integrantă a problemei interacţiunii dintre organism şi mediu. Problema se poate formula concis în felul următor : este oare comportamentul determinat cauzal de factori externi şi interni şi în ce mod se realizează acest determinism, sau este spontan, independent de acţiunea mediului înconjurător. Răspunsul la întrebare diferă, după cum diverşii autori s-au situat pe poziţii idealiste şi metafizice, care fie că prescriu comportamentului o origine exclusiv endogenă, fie că-l reduc la reacţie simplă şi directă faţă de stimulii externi sau, dimpotrivă, oferă o explicaţie dialectică, materialistă a originii şi mecanismului comportamentului, aşa cum au făcut I. P. Pavlov şi continuatorii lui.

Teoriile metafizice asupra comportamentului ar putea fi clasificate, convenţional, în trei curente principale, care însă nu se păstrează strict delimitate între ele, ci ajung, în ultimă instanţă, la unele concluzii comune. Distingem, astfel, curentul etologic (K. Lorenz, N. Tinbergen etc.), care explică comportamentul în funcţie de factori exclusiv interni (instincte etc.) diferitele explicaţii finaliste ale comportamentului bazate în general pe instincte (Buytendijk, Ruyer etc.), şi, în fine, curentele mecaniciste, cum ar fi behaviorismul, care reduc comportamentul la răspunsul nemijlocit faţă de excitanţii din mediu, cu ignorarea factorilor nervoşi centrali.

---

[1] Ch. Darwin, *Originea speciilor,* Ed. Acad. R.P.R., Bucureşti, 1957, p. 98.

Obiectul capitolului de faţă nu este însă de a analiza amănunţit diferitele curente metafizice menţionate şi de aceea ne vom ocupa de ele numai în măsura în care pot servi drept exemplu al tratării nedeterministe sau mecanicist-deterministe a actelor de comportament.

Pentru a scoate în evidenţă determinismul comportamentului animalelor este necesar, credem, a urmări: a) originea, b) variabilitatea şi c) sensul şi valoarea actelor de comportament.

Problema originii, a modului în care iau naştere diferitele acte de comportament este esenţială pentru orice teorie a comportamentului. Ea implică totodată şi chestiunea substratului material al comportamentului.

Curentul etologist consideră comportamentul format din acte instinctive şi îi atribuie o origine endogenă, spontană, independentă de mediu, lipsită de caracter reflex. K. Lorenz, care promovează consecvent teoria despre caracterul nereflex al comportamentului, o consideră drept „cel mai important rezultat de pînă acum al cercetărilor comparate asupra comportamentului“ [1]. Lorenz afirmă că diferitele modalităţi ale comportamentului nu pot fi reflexe, fiind independente de excitanţii externi şi că ele s-ar datora unor procese cumulative ale energiei de reacţie nervoasă, produsă spontan de sistemul nervos. Pe această bază, Lorenz susţine că orice act instinctiv e alimentat prin propriul său mecanism de excitare în sistemul nervos central şi că mişcările instinctive au tendinţa de a se manifesta spontan, chiar în absenţa excitanţilor externi (Leerlaufreaktion).

Această idee a fost enunţată încă de McDougall şi elevii săi, care considerau că acumularea energiei endogene s-ar transforma brusc în instinct. McDougall credea chiar că în centrii nervoşi se acumulează o formă specială de energie, nevrina, care s-ar scurge apoi de-a lungul canalelor nervoase, conform legii scurgerii gazelor a lui Poisseuille. Buytendijk, într-o carte recentă despre psihologia animală, respinge valoarea reflexelor în comportament şi consideră noţiunea de corelaţie mai aptă pentru zugrăvirea fidelă a comportamentului animalelor. Animalele intră în raport cu mediul nu ghidîndu-se după aceasta, ci el „provoacă modificarea structurală a ambianţei adecvate şi proprii, convenabilă şi corespunzătoare“ [1]. Deci relaţiile organism-mediu, pe linia comportamentului, ar avea un substrat strict subiectiv, care nu s-ar rezuma la răspunsuri la diferiţi excitanţi din mediu, ci ar implica o combinare de mişcări, armonie sinergie, simbioză. Pentru a-şi ilustra opiniile, Buytendijk relatează lupta dintre o cobră şi o mangustă, aşa cum a observat-o privind un film proiectat încetinit. Astfel, el susţine că „nu se descoperă nici un moment de reacţie propriu-zisă“, căci nu se vede că şarpele „începe“ un atac, iar mangusta se „apără“. Lucrurile, scrie Buytendijk, se petrec altfel: mangusta aşteaptă puţin în timp ce cobra se retrage, căci mangusta „ştie“ că retragerea poate anunţa sau fugă, sau atac. Atît timp cît n-a înţeles reacţia adversarului, ea însăşi nu reacţionează.

---

[1] K. Lorenz, *Psychologie und Stammesgeschichte*, în culegerea *Die Evolution der Organismen. Ergebnisse und Probleme der Abstammungslehre*, fasc VI, Fischer, Stuttgart, 1959, p. 130.

Buytendijk, ca şi Lorenz şi Tinbergen, prin însuşi faptul că refuză să recunoască că la baza comportamentului se găseşte activitatea reflectorie, ajunge la concluzia metafizică a motivaţiei exclusiv interne a comportamentului, bazat pe un automatism nervos intrinsec. Dar „automatismul“ centrilor nervoşi, indiferent de nivelul la care se găsesc, este extrem de relativ. Încă I. M. Secenov a arătat, analizînd capacitatea centrilor nervoşi de a avea o activitate automată, că se vorbeşte de această însuşire numai în cazurile în care nu a fost descoperit încă nici un impuls din exterior care să motiveze actul nervos respectiv. De fapt, aşa cum au arătat cercetările lui Secenov şi ale tuturor marilor fiziologi ai lumii, activitatea „automată“ a diferiţilor centri nervoşi nu poate fi izolată de principalii factori stimulatori, cum ar fi mecanismele neuroumorale, care reflectă tocmai influenţa mediului extern.

Referirile etologiştilor şi ale lui Buytendijk la „automatismul“ activităţii nervoase ce s-ar afla la baza comportamentului au fost infirmate experimental, iar din punct de vedere teoretic reprezintă o încercare de a izgoni cauzalitatea din sfera fiziologiei nervoase şi a comportamentului.

Teoriile despre motivaţia exclusiv internă a comportamentului sînt expresia netă a interpretării neştiinţifice idealist-metafizice. Negarea bazei reflectorii a comportamentului reprezintă negarea legăturii şi interacţiunii permanente dintre organism şi condiţiile sale de viaţă, explicarea idealistă a comportamentului prin sine însuşi. Teoria reflectării oferă singura explicaţie justă, materialistă a comportamentului, pentru că subliniază că procesele nervoase prin care se realizează interacţiunea individului cu mediul îşi au punctul iniţial în acţiunea excitanţilor externi asupra receptorilor.

---

[1] J. J. Buytendijk, *Traité de psychologie animale*, p. 208.

Behavioriştii, care s-au situat pe poziţia opusă, reduc întregul comportament la reacţia directă faţă de stimulii din mediu. Ei neagă rolul verigii centrale, al proceselor ce se petrec în sistemul nervos central, în comportament, şi plasează întregul centru de greutate asupra reacţiei periferice, reduc orice act de comportament la răspunsul nemijlocit faţă de excitant. Mediul extern este totul, organismul şi comportamentul sînt ca o ceară pe care se imprimă stimulii externi.

De aceea ei limitează importanţa componentelor instinctive în comportament şi atribuie rolul preponderent experienţei individuale.

Concepţia behavioristă nu este mai puţin metafizică ca cele expuse anterior. Deşi admite influenţa mediului asupra comportamentului, modul în care concepe realizarea acesteia este pur mecanicist : cauza (în speţă, mediul) determină direct efectul (comportamentul), creierul avînd numai o funcţie de transmitere. Această explicaţie nu ţine seama de complexitatea imensă a factorilor care determină comportamentul şi nici de reacţiile individuale şi de comportamentul specific, rezultanta istoriei organismului respectiv.

De fapt, între individ (animal sau om) şi mediu se stabileşte o interacţiune profundă şi variată. Comportamentul individului nu poate fi înţeles fără a lua în consideraţie că în orice activitate, întreprinsă fie de animale, fie de oameni, procesul reflectării senzoriale a realităţii e inclus în mod necesar şi că această reflectare se realizează prin analiza centrală, corticală sau subcorticală a excitanţilor din mediu. Reflectarea e cu atît mai adîncă şi mai multilaterală, cu cît individul se află pe o treaptă superioară a evoluţiei. Totodată, comportamentul este determinat nu numai de reflectarea momentană a realităţii, dar şi de toată experienţa individuală şi specifică care face posibilă adaptarea comportamentului în diferite situaţii.

Prin negarea *reflectării* realităţii de către indivizi, behaviorismul ocupă nu numai o poziţie vulgar-mecanicistă, dar, în ultimă instanţă, dă dovadă de dualism şi agnosticism, separînd psihicul de materie şi declarîndu-l de fapt incognoscibil.

Ceea ce caracterizează diferitele teorii succint expuse este lipsa de explicare *istorică* a comportamentului, considerat fie ca instinctiv, exclusiv spontan, fie ca răspuns nemijlocit la stimulii din mediu.

Negarea bazei reflexe a comportamentului, reducerea acestuia la instincte, proprii unui organism de la constituirea acestuia, sau, dimpotrivă, negarea oricărei baze ereditare a comportamentului şi considerarea lui doar drept rezultat al acţiunii mediului sînt două aspecte ale gîndirii metafizice, incapabile să dea o rezolvare justă problemei originii şi conţinutului comportamentului.

I. P. Pavlov şi elevii săi au elaborat o teorie complexă asupra comportamentului şi au scos în evidenţă caracterul determinat al acestuia. Comportamentul animalelor este determinat de particularităţile sistemului nervos şi de structura sa. Dar dinamica proceselor nervoase nu se explică prin sine însăşi, ea este rezultatul, efectul acţiunii condiţiilor externe asupra organismului. Aceasta înseamnă că în explicarea comportamentului trebuie ţinut seama atît de factorul obiectiv (mediul), cît şi de cel subiectiv (activitatea creierului, concretizată în analiza, sinteza, diferenţierea şi generalizarea stimulilor din mediu).

Ca atare, înţelegerea ştiinţifică, materialistă a comportamentului se poate face numai pe baza teoriei reflectării.

Tocmai de pe această poziţie şcoala pavlovistă a fost prima care a reuşit să dea o explicaţie ştiinţifică instinctelor animalelor, eliberîndu-le de aureola aproape mistică de care erau înconjurate, arătînd că instinctele sînt o formă de activitate nervoasă, la baza cărora stau reflexe necondiţionate foarte complexe, devenite ereditare, fiind şi ele o formă de reflectare a realităţii.

L. G. Voronin a publicat datele comparative asupra comportamentului animalelor pe diferite trepte ale dezvoltării filogenetice (broască ţestoasă, păsări, iepuri, cîini, maimuţe etc.) ; aceste date au arătat concludent posibilitatea elaborării de reflexe condiţionate motorii în lanţ, ceea ce aruncă o lumină nouă asupra aşa-numitelor obiceiuri motorii automate, caracteristice instinctelor [1]. Este probabil că succesiunea complexă, dar şi invariabilă, de mişcări care are loc în cazul actelor instinctive s-a elaborat într-un mod asemănător, succesiunea într-o anumită ordine a aceloraşi excitanţi provocînd formarea unor mişcări stereotipe, fixate ereditar. Un exemplu în această direcţie îl reprezintă cunoscutul obicei al puiului de cuc de a arunca puii păsării-gazdă, exemplu des citat de partizanii teoriei caracterului strict instinctiv şi deci nereflex (?) al comportamentului. Observaţiile şi experienţele efectuate în legătură cu această reacţie arată că ea este constituită dintr-un lanţ de reflexe care se dezvoltă la 8—10 ore după ieşirea din ou, prin stimularea tactilă a pielii spatelui, în special a regiunii sacrale. Dacă această parte se atinge cu un creion se obţine aceeaşi mişcare specifică ce constă din darea înapoi cu aripele pe spate, aplecarea capului şi luarea poziţiei caracteristice de aruncat. Acest reflex de aruncat persistă pînă la patru zile de la ieşirea din ou, după care excitarea tactilă a regiunii respective nu mai provoacă reacţia cunoscută. De menţionat influenţa mare a temperaturii asupra desfăşurării reflexului : ridicarea temperaturii în cuib provoacă slăbirea reflexului, adaptare în legătură cu prezenţa femelei care încălzeşte cuibul, în care timp puiul de cuc stă întins pe fundul cuibului.

---

[1] L. G. Voronin, Сравнительно-физиологические данные о цепных двигательных условных рефлексов, în vol. Эволюция физиологических функций, M. Л-1960, изд. АНСССР. Reflexele condiţionate motorii în lanţ constau din mai multe acte reflexe motorii care se efectuează succesiv după aplicarea primului excitant condiţionat, fiecare verigă (act reflex) semnalizînd mişcarea următoare.

Descoperim aici nu desfăşurarea „spontană“ a unei serii de acte preordonate, ci răspunsul specific la acţiunea unor excitanţi specifici, ceea ce subliniază caracterul cauzal al reacţiei.

În această perspectivă, instinctele devin şi ele una din căile de reflectare a mediului prin intermediul sistemului nervos şi încetează a mai fi un dat originar al organismului, care îl „autonomizează“, îl liberează de sub influenţa lumii înconjurătoare.

Aşa cum au arătat cercetările amănunţite ale biologilor sovietici, în comportamentul animalelor nu putem izola componenţa specific ereditară (reflexele necondiţionate mai mult sau mai puţin complexe) de experienţa individuală a animalului, adică de legăturile temporare pe care acesta le stabileşte în cursul vieţii şi care intervin, într-o măsură mai mare sau mai mică, chiar în efectuarea actelor care par a avea o desfăşurare rigidă. Etologiştii neagă importanţa legăturilor temporare, a experienţei individuale pentru comportamentul animalelor. Nenumăratele experienţe de elaborare de reflexe condiţionate la peşti, păsări, mamifere şi chiar la unele nevertebrate, realizate de cercetătorii sovietici infirmă însă acest punct de vedere şi dovedesc că legăturile temporare stau la baza tuturor adaptărilor individuale din cursul vieţii animalelor. „Componenta reflex-necondiţionată... (a unei reacţii. — *E. G.)* reflectă rezultatul adaptării specifice a generaţiilor precedente la acele condiţii în care trăieşte specia respectivă ; cea reflex-condiţionată dă acestei reacţii „elasticitatea vitală“, datorită căreia animalul se poate adapta condiţiilor concrete de existenţă“ [1].

---

[1] L. V. Kruşinski, Формирование поведения животных в норме и патологии, Изд. Московского Университета, 1960, p. 12.

În condiţiile concrete de existenţă ale animalelor — arată fiziologul sovietic Kruşinski, — avem de-a face, în cadrul comportamentului, cu reacţii condiţionate şi necondiţionate strîns împletite între ele şi care se integrează în forme complexe, biologice de comportament prin participarea atît a etajelor inferioare ale sistemului nervos, cît şi etajelor lui superioare sau a scoarţei cerebrale.

A. N. Promptov, pe baza analizei îndelungate a comportamentului păsărilor, a ajuns şi el la concluzia că „instinctul", ca formă specială de comportament înnăscut, stereotip, nemodificabil, nu există. Promptov a studiat, printre altele, aşa-numitul instinct alimentar, fenomen de bază în viaţa vieţuitoarelor începînd din primele stadii ale dezvoltării puilor nidicoli (de la ieşirea din ou şi pînă încep să vadă). El constată astfel că deschiderea periodică a ciocului care se observă în această perioadă nu este un fenomen spontan sau provocat de stimuli interoceptivi (Holzapfel şi alţii), ci se datoreşte stimulaţiei tactile, fiind un reflex înnăscut, legat de reacţia alimentară. Stimulaţia iniţială e foarte largă şi se realizează pe seama recepţiei cutanate şi a impulsurilor proprioceptive. Experienţele speciale întreprinse de Promptov arată că în acest stadiu întreaga suprafaţă a corpului la pui, chiar şi firele de puf, sînt cîmp receptiv pentru reacţia alimentară (la speciile de păsări ai căror pui sînt lipsiţi complet sau au foarte puţin puf, maturii scot ţipete puternice care produc vibraţii mai puternice ale aerului). Atingerea cuibului cu orice parte a corpului, scuturarea cuibului, deplasarea aerului, provocînd excitarea tactilă a pielii sau atingerea ei directă, stimulează reflexul de deschidere a gurii. Acelaşi lucru s-a observat prin emiterea de sunete puternice în apropierea puilor.

Întrucît hrănirea puilor de către părinţi începe abia după cîteva ore de la ieşirea puilor din ou, reflexul alimentar de deschidere a gurii nu e, la început, însoţit de înghiţire. Aceasta arată că există coordonări diferite pentru reflexul de deschidere a ciocului şi acela de deglutiţie. Acesta din urmă apare abia în momentul excitării părţii profunde din cavitatea bucală. Observaţiile arată de asemenea că deschiderea ciocului e însoţită de mişcări necoordonate ale extremităţilor şi de încercarea de a ridica capul. Ca rezultat al acestor mişcări se formează treptat coordonările posturale, care au o bază ereditară determinată, dar care se construiesc funcţional şi se antrenează în legătură cu coordonările înnăscute ale deschiderii ciocului.

În faza următoare capătă importanţă din ce în ce mai mare întărirea prin zona receptivă orală şi excitanţii tactili generali încep să se diferenţieze treptat şi se elaborează reflexul la scuturarea cuibului cînd vin părinţii cu hrana.

În fine, în faza a treia se includ stimulii condiţionali de distanţă — optici şi auditivi. Din acest moment se dezvoltă reacţii la vocea caracteristică şi specifică a părinţilor, cu diferenţierea treptată a excitanţilor din acea direcţie.

Cu fiecare repetare a reacţiei alimentare, reflexele generale tonice şi posturale se perfecţionează, influenţînd precizia şi viteza de reacţie a păsărilor. Toate acestea duc la concluzia că „în reacţia alimentară... mecanismul reflector înnăscut — reflexele de deschidere a gurii şi deglutiţie — parcă se sudează cu diferenţierile dobîndite individual atît ale excitanţilor de contact, cît şi de distanţă“ [1].

Să cercetăm acum o altă particularitate a conduitei unor animale, aşa-numita reacţie *de aport* la unii cîini, care constă în obiceiul de a apuca şi aduce stăpînului vînatul sau alt obiect. Această reacţie, pe care unii autori o consideră drept un „instinct“ specializat, este şi ea o împletire de reflexe necondiţionate şi condiţionate. Acest lucru a fost clar dovedit în experienţele lui L. V. Kruşinski asupra cîinilor-lupi germani. El a constatat că există mari deosebiri în viteza de elaborare a acestui obicei la diferiţi cîini : în timp ce unii dobîndeau reacţia după 1—2 experienţe, la alţii au fost necesare 10—15 experienţe. Acest fapt îşi găseşte explicaţia în particularităţile înnăscute ale activităţii nervoase a cîinilor. Observaţiile pe care le-a făcut Kruşinski asupra mai multor sute de cîini au arătat că există indivizi care au tendinţa de a ţine permanent ceva în gură şi că la aceştia reacţia de aport se elaborează repede şi uşor. Acest lucru este cunoscut şi din practica vînătorilor, care ştiu că pointerii se dresează pentru aport mult mai greu decît prepelicarii continentali etc. În concluzie se poate afirma că comportamentul reflex-condiţionat al cîinilor în cazul actului de aport se realizează pe un fond înnăscut, reflex-necondiţionat, mai mult sau mai puţin favorabil reacţiei condiţionate respective.

În lumina celor spuse mai sus, reiese că comportamentul nu poate fi socotit pur instinctiv (înnăscut) şi nici elaborat exclusiv în cursul vieţii ; comportamentul este rezultanta elaborării legăturilor temporare în cursul vieţii individuale pe baza reflexelor necondiţionate, înnăscute, elaborate şi întărite de specia respectivă în cursul evoluţiei sale filogenetice. De aici decurge o concluzie de o deosebită însemnătate teoretică, şi anume că există o dublă determinare a comportamentului : filogenetică şi ontogenetică, istorică şi realizată în cursul vieţii individuale. A afirma prioritatea uneia asupra celeilalte sau a nega complet unul din cele două moduri ale determinismului comportamentului, cît şi a proclama „spontaneitatea" lui, marchează modul metafizic de tratare a problemei, incapabil să sesizeze multilateralitatea şi caracteristicile formării şi evoluţiei comportamentului.

---

[1] A. N. Promptov, *Очерки по проблеме биологической адаптации поведении воробьиных птиц*, М-Л, 1956, p. 166.

Considerată în această perspectivă, problema variabilităţii instinctului poate fi rezolvată pozitiv. Se ştie că această problemă suscită nenumărate discuţii şi controverse. Etologiştii susţin că actele instinctive sînt constante, ereditare, constituind tipare fixate de comportament (pattern, la Tinbergen, sau Erbkoordination, la Lorenz). Formuarea instinctelor în ontogeneză s-ar face independent de experienţa individuală. Dar această explicaţie nu reuşeşte să răspundă la o întrebare fundamentală : din moment ce comportamentul animalelor este predeterminat, în ce mod acţionează ele faţă de multitudinea şi varietatea extraordinară a excitanţilor externi, cum se orientează ele în mediul înconjurător mereu schimbător ? Etologiştii afirmă că animalele nu reacţionează faţă de orice fel de excitanţi şi nici chiar faţă de toţi aceia pe care îi percep, ci numai faţă de un număr mic de excitanţi-cheie (Lorenz) sau stimuli-semnal (Tinbergen) care formează un tot perceptibil bine definit o „formă unitară" (Gestalt), faţă de care animalele ar fi receptive şi care pot pune în mişcare corelatele receptoare înnăscute (ceea ce Lorenz denumeşte *angeborene Auslöse-Schematen).* Această selectivitate limitativă pe care etologiştii o prescriu capacităţii de reacţie a animalelor îi duce în mod firesc la concluzia idealistă şi metafizică, preluată de la von Uexküll, despre existenţa unui *Umwelt* şi în special a unui *Merkwelt* distinct de mediul înconjurător, care implică, după cum recunoaşte N. Tinbergen, că „lumea proprie a animalelor nu este dependentă numai de ceea ce organele de simţ pot sau nu pot primi. Lumea lui senzorială este şi mai restrînsă : se compune din semnale-stimuli, cel puţin atît timp cît avem de-a face cu răspunsuri înnăscute" [1].

Buytendijk susţine şi el ideea gestaltistă a instinctului ca o configuraţie de forme dată originar invariabilă, care „liberează" animalul de presiunea mediului extern. Instinctele nu se modifică, iar dacă totuşi comportamentul suferă vreo schimbare este probabil că ele „s-au modificat *spontan,* fără nici o experienţă" [2].

Caracterul metafizic şi idealist al tezei despre corelaţia semnal-stimul motor înnăscut şi a schemelor actelor instinctive decurge din faptul că acestea proclamă sustragerea animalului de sub influenţa mediului extern, deoarece el nu ar fi sensibil decît faţă de stimulii care se potrivesc propriilor sale scheme înnăscute de activitate. Aparent şi în această interpretare se evidenţiază un raport cauzal ce s-ar stabili între excitanţii-cheie şi corelatele receptoare corespunzătoare. Dar acesta este un raport cauzal de tip îngust mecanicist şi în fond fictiv, dat fiind că animalul trăieşte într-o lume ale cărei valori sînt definite nu obiectiv, ci subiectiv, de facultăţile sale senzorimotoare ereditare, iar comportamentul lui nu este determinat obiectiv de situaţiile reale în care se află, ci este rezultatul activităţii instinctive, spontane, declanşată invariabil de aceeaşi stimuli.

---

[1] N. Tinbergen, *A study of instinct,* Oxford, at the Clavendon Press, 1958, p. 37.

[2] J. J. Buytendijk, *Traité de psychologie animale,* p. 183.

Ceea ce caracterizează această concepţie, ca şi oricare concepţie ce neagă variaţia, schimbarea în natură şi societate este caracterul ei neistoric. Acest lucru a fost subliniat clar încă de Darwin, care a socotit că a contesta variabilitatea instinctelor şi moştenirea lor în formă modificată înseamnă a nega însăşi teoria selecţiei naturale, parte componentă a teoriei evoluţiei. De aceea el scria : „...Pot afirma numai că instinctele variază în mod sigur..." [1]. Darwin aduce o serie de exemple cu ajutorul cărora ilustrează modul în care s-a ajuns la fixarea anumitor instincte şi cum se transformă acestea. Astfel, Darwin arată variaţia instinctului de migraţie în privinţa întinderii şi direcţiei migraţiunilor, aceea a cuiburilor păsărilor în funcţie de locurile alese şi în parte după natura şi temperatura regiunii locuite etc. Evident, Darwin nu vorbeşte despre elaborarea de legături temporare care fac posibilă variaţia instinctelor, dar din exemplele aduse de el reiese că ele se schimbă totdeauna atunci cînd se ivesc condiţii noi de existenţă. Învăţătura pavlovistă a dovedit concludent că în asemenea ocazii se formează legăturile temporare, reflexele condiţionate care, dacă noile condiţii se menţin constante, se vor repeta şi vor deveni ereditare, transformîndu-se în reflexe necondiţionate.

Variabilitatea instinctelor care se realizează prin acţiunea permanentă a selecţiei naturale constituie un argument în plus în sprijinul teoriei deterministe a comportamentului, căci scoate în evidenţă carcterul istoric al acestuia, modificarea lui în funcţie de condiţiile concrete de existenţă.

În felul acesta se infirmă însă şi teoria despre excitanţii-cheie, care singuri ar provoca reacţia comportamentală adecvată. În condiţii de existenţă mai mult sau mai puţin neobişnuite în care excitanţii obişnuiţi lipsesc, animalul este obligat, pentru a se conserva, de a răspunde corespunzător la stimulii din mediu şi deci a elabora legături temporare mai mult sau mai puțin stabile, însă care n-au în nici un caz la bază stimulii-semnal stereotipi.

---

[1] Ch. Darwin, *Originea speciilor*, p. 211.

Acest lucru a fost demonstrat experimental prin elaborarea de reflexe condiționate la animale nevertebrate și vertebrate la diferiți excitanți tactili, olfactivi, acustici, optici, electrici, cît și la stimuli interoceptivi. Astfel, sînt cunoscute, printre altele, experiențele de elaborare a legăturilor temporare efectuate de cercetătorii sovietici cu stele de mare (G. Fedorov), ascidii (E. M. Kreps), crustacei fluviali și crabi de mare (A. I. Karas), cît și la pești (I. Frolov), broaște țestoase, păsări (A. N. Promptov, A. V. Napalcov etc.), pentru a nu mai cita nenumăratele experiențe asupra mamiferelor (șoareci, iepuri, cîini, maimuțe etc.).

Interesante sînt experiențele complexe întreprinse de L. E. Arens [1] asupra mecanismului comportării la viespi. El a arătat că dacă se astupă cavitatea pe care insectele și-au ales-o pentru a locui și stupul e mutat în altă parte sau dacă acesta este acoperit cu un disc colorat, insecta umblă în multe crăpături și se întoarce din cînd în cînd la locul inițial. După un timp, cînd găsește noul loc al stupului, face în fața lui zboruri de orientare. În această situație nouă apare la insectă reflexul necondiționat simplu, numit de Pavlov ,,что такое'' („ce-i asta ?“) care intră în componența reflexului mai complex de căutare, plus „reflexul topografic“, care presupune o diferențiere a cavității alese față de împrejurări. Pe măsura prelungirii experienței, insecta ajunge să zboare din ce în ce mai direct la noul loc al stupului.

Elaborarea de reflexe condiționate la albine este un lucru bine cunoscut. În acest sens sînt instructive experiențele transoceanice ale lui Renner (1955). Acesta a „dresat“ la Paris albine să vină să-și ia hrana la ore determinate, apoi acestea au fost transportate cu avionul la New York. Aceeași experiență a fost realizată la New York asupra altui lot de albine, care apoi au fost transportate la Paris. S-a constatat că ambele loturi de albine vin să-și culeagă hrana fix la ora 24, fără a ține seama de ora locală. Interesul acestor experiențe rezidă în faptul că demonstrează convingător că și la insecte există o mare varietate de stimuli la care acestea pot reacționa și răspunde adecvat, printre care și un stimul atît de puțin „concret“ cum e *timpul*. Dar deși aparent lipsit de atributele excitanților direct perceptibili, timpul constituie un stimul tot atît de obiectiv ca oricare altul. De aceea părerile unor autori [1] că ar exista un simţ al timpului care ar funcţiona fără stimul extern sau intern ciclic nu sînt cîtuşi de puţin întemeiate.

---

[1] L. E. Arens, Проба физиологического анализа механизма поведения насекомых (Одиперов) в свете учения И. П. Павлова, în vol. Материалы по эволюционной физиологии, vol. II, 1957.

Experienţa lui Renner infirmă totodată schemele metafizice ale etologiştilor despre numărul redus şi caracterul corespondent al stimulilor-semnal care singuri ar provoca reacţia adecvată a organismului.

Învăţătura pavlovistă a arătat varietatea enormă a excitanţilor care pot deveni semnale condiţionale ale comportamentului. Printre acestea „timpul" este un excitant condiţionat de importanţă esenţială, căci reflectă activităţile fundamentale ciclice ale organismului şi consecinţele lor : umplerea periodică şi evacuarea hranei din stomac, activitatea similară a altor organe digestive, alimentarea la ore anumite, alternarea somn-veghe cît şi o serie de fenomene cu caracter ritmic din natură. Faptul că organele interne sînt reprezentate în scoarţa cerebrală face ca sistemul nervos să înregistreze schimbările periodice petrecute în corp şi să le coreleze cu procesele ritmice din afara organismului. Pe această bază au fost elaborate reflexe condiţionate la timp, la animale pe diferite trepte de dezvoltare.

Pe măsura evoluţiei sistemului nervos, a înmulţirii şi perfecţionării analizatorilor, animalele intră în contact şi răspund la un număr sporit de excitanţi, efectuează o analiză din ce în ce mai fină a acestora şi realizează o sinteză superioară a lor. Legăturile temporare variate asigură animalelor integrarea în mediu, adaptarea din ce în ce mai strînsă faţă de acesta.

Reflexele condiţionate stau la baza capacităţii animalelor de a realiza un contact eficace cu mediul, adică de a răspunde adecvat diferiţilor stimuli ce acţionează asupra lor într-o situaţie sau alta, adică de a se adapta la mediu. Prin urmare, este vorba aici de determinarea reală a comportamentului considerat ca răspuns complex la acţiunea factorilor de mediu, în funcţie de baza comportamentală ereditară a animalului respectiv.

Problema caracterului adaptativ al comportamentului, a utilităţii lui a primit soluţii diferite în funcţie de poziţia teoretică a autorilor. Este interesant de notat că interpretările metafizice ale determinismului comportamentului fie că pornesc de la absolutizarea instinctului, a factorilor interni, fie de la aceea a mediului extern, ajung pînă la urmă la explicaţii teleologice. De remarcat că atît behavioriştii de după Watson (E. Tolman şi alţii) cît şi etologiştii introduc finalismul în acelaşi punct, şi anume în explicarea comportamentului adaptativ. Tolman afirmă că reacţiile animalului sînt provocate de un scop urmărit. Variaţia reacţiilor faţă de acelaşi stimul s-ar datori ajustărilor interne, activitatea „spontană“ (respectiv condiţionată de factori interni) ajungînd pe prim plan.

---

[1] De ex. Jean Médioni, *L'orientation „astronomique" des arthropodes et des oiseaux*, în „L'année biologique" t. 32, 1956, fasc. 11—12.

Reprezentanţii curentului etologic apără un punct de vedere asemănător. Pornind de la premisa că comportamentul nu e răspunsul unui animal pasiv la stimuli externi, etologiştii consideră că animalele se pot afla într-o stare de pregătire specială („comportament apetitiv“) pentru a înfăptui o activitate specifică şi că animalul chiar caută *activ* situaţia-stimul care-i va permite realizarea acestui comportament. Comportamentul instinctiv este îndreptat spre un ţel (zweckgerichtetes Verhalten, la K. Lorenz), care este înscris în mecanismul înnăscut şi invariabil al instinctului. Tinbergen consideră că mecanismul instinctiv care duce la actul consumator, adică la realizarea acţiunii pregătite de comportamentul apetitiv, „forţează chiar animalul să facă „lucrul potrivit la timpul potrivit“. Acesta implică mecanisme care forţează animalul să reţină fiecare reacţie, pînă ce se ajunge la situaţia care asigură stimulii-semnal; aceştia provoacă acea reacţie care „se potriveşte situaţiei“ [1]. Succesiunea de acte şi activităţi efectuate pentru atingerea obiectivului de înfăptuit este invariabilă, fiind rezultatul exclusiv al motivaţiei interne. Finalitatea fiecărei acţiuni e determinată de scopul de atins şi se realizează întotdeauna în acelaşi fel, predeterminat iniţial.

Gînditorii finalişti declaraţi au sesizat de la început caracterul teleologic al teoriilor bazate pe explicaţia comportamentului prin instinct. Astfel, L. Bounoure relevă caracterul invariabil şi infailibil al instictului, care-l sustrage oricărei perfecţionări şi influenţe modificatoare, drept dovadă evidentă a finalităţii sale. De asemenea, în corelaţia strictă dintre stimulul-semnal, şi răspunsul corespunzător pe care-l provoacă, el vede o manifestare a finalităţii externe. Instinctul însuşi, prin modalitatea sa fixă şi stereotipă, indică natura lui predeterminată şi exclude orice explicaţie întîmplătoare (prin care Bounoure subînţelege cauzală). Preordonarea instinctului are drept corolar finalitatea direcţiei. Rezultatul activităţii instinctive *„este predeterminat în mecanismul înnăscut al instinctului*... A recunoaşte în instinct un tot preordonat, în care cauzele sînt mijloace, iar efectul un scop, înseamnă a-i aplica însăşi definiţia, după Kant, a *finalităţii interne,* aceea a unui mecanism organizat pentru el însuşi ca un tot absolut“ [1].

---

[1] N. Tinbergen, *A study of instinct*, p. 156.

În timp ce autorii menţionaţi recurg la finalism pornind de la utilitatea actelor de comportament, alţii ajung la concepţii teleologice pe calea „plăcerii“ pe care acestea o produc. Teoria „motivării“, promovată de şcoala de psihologie experimentală americană consideră elaborarea şi menţinerea reflexului condiţionat ca depinzînd de o motivare psihologică. Olds (1955) a elaborat la animalele de experienţă reflexe condiţionate în care acestea se „autostimulează“. Pe această bază, Olds susţine că animalele se autostimulează pentru că excitarea zonei respective din creier este „plăcută“, în timp ce la animalele la care elaborarea unor asemenea reflexe condiţionate nu a reuşit ea ar fi „neplăcută“.

Antropomorfismul şi finalismul acestei concepţii sînt evidente, iar faptele experimentale n-au fost nici ele confirmate pe deplin.

R. Ruyer îşi justifică altfel concepţia finalistă despre comportament. El consideră că din moment ce activitatea inteligentă umană este plină de sens şi finalitate acestea trebuie să caracterizeze şi activitatea instinctivă căci ar fi o „iluzie antropocentrică“ să refuzăm animalelor conştiinţa pe care o recunoaştem omului. De aceea Ruyer susţine „caracterul tematizat şi finalizat al comportamentului“ [2] pe toate treptele de dezvoltare filogenetică, care se distinge printr-o înlănţuire de acţiuni elementare ce converg spre o funcţionare semnificativă, finală.

Caracterul metafizic al interpretării finaliste rezidă, în primul rînd, în negarea oricărei cauzalităţi reale a comportamentului, desfăşurarea acestuia fiind predeterminată şi nemodificabilă. Faptul că orice act de comportament poate fi îndeplinit numai într-un anumit mod şi nu altfel, faptul că se presupune conştiinţa scopului de atins şi mijloace stereotipe de realizare a acestuia arată că, conform concepţiei finaliste, comportamentul este determinat rigid atît prin conţinutul cît şi prin căile lui de realizare [3].

Din scurta expunere a diferitelor interpretări finaliste ale comportamentului rezultă evident caracterul lor neştiinţific, idealist. Căci finalismul în problema comportamentului înseamnă respingerea teoriei reflectării, a rupe organismul de mediu, a-i prescrie o activitate determinată fie intern (de instincte, conştiinţă), fie extern (de factori supranaturali).

---

[1] L. Bounoure, *Déterminisme et finalité,* p. 152.

[2] R. Ruyer, *La psychobiologie et la science,* în „Dialectica“, vol. 13, 1959, nr. 2, p. 112.

[3] În legătură cu această problemă, vezi şi L. Miroş, *Determinism şi finalitate,* în *Studii de materialism dialectic,* Ed. Academiei R.P.R., Bucureşti, 1960.

În realitate, actele instinctive au o semnificaţie funcţională şi ajung la rezultate care contribuie la menţinerea vieţii organismelor şi la perpetuarea speciei.

Actele instinctive reprezintă o adaptare funcţională la mediu nu pentru că ar fi create special în vederea îndeplinirii unui anumit comportament, ci în urma acţiunii îndelungate a selecţiei naturale.

Perfecţiunea instinctelor ca dovadă a finalităţii comportamentului a fost postulată de mulţi autori. Fabre vedea în instinctele complementare ale victimelor şi ucigaşilor o armonie prestabilită de providenţă, iar Bergson afirma că desăvîrşirea instinctelor, ca fenomene primare, le-ar ridica la rangul de mijloace de intuiţie (cunoaştere) directă. Exemplul favorit al lui Bergson — *Sphex*-ul ammophil care ucide omida — îşi găseşte explicaţia, după el, în *simpatia* care „informează *(Sphex*-ul — *E. G.)* dinăuntru, ca să spunem aşa, asupra vulnerabilităţii omizii. Acest sentiment de vulnerabilitate ar putea să nu datoreze nimic percepţiei externe şi să rezulte din simpla punere laolaltă a *Spex*-ului şi omizii..." [1]. Diferiţi cercetători au arătat însă cît de puţin perfect e acest instinct. Marchal (1892) a notat o mare neregularitate în loviturile de ac date omizii ; F. Picard (1925) constată numărul variabil de înţepături date pînă la imobilizarea prăzii, iar Peckham susţine că veninul acţionează prin difuziune, lucru dovedit de Nielsen prin examene histologice ale centrilor nervoşi ai prăzilor paralizate de *Sphegide,* ceea ce face inutilă înţeparea prăzii care continuă cît timp aceasta mai mişcă.

Instinctele distructive sînt şi ele un contraargument împotriva finalizării instinctului. Se cunosc astfel cazuri de insecte care îşi devorează progenitura şi tolerează în schimb paraziţi dăunători. Astfel, anumite furnici îngrijesc larve de *Atemeles* sau de *Lamechusa,* în timp ce aceste coleoptere devoră în cuib, cu sutele, ouăle şi larvele protectorilor lor.

Care este însă situaţia cu unele instincte utile speciei respective, cum ar fi, de pildă, instinctul construirii stupului de către albina domestică. Darwin a studiat amănunţit modul în care se realizează construcţia stupului şi a arătat că el poate fi explicat prin selecţia naturală, care a folosit uşoarele modificări numeroase şi succesive, ale unor instincte mai simple. Darwin previne împotriva interpretării antropomorfice (albinele *„nu ştiu"* cum sînt construite stupurile). Construirea de celule cu rezistenţă şi dimensiuni corespunzătoare pentru larve, realizate cu minimum de muncă şi ceară, constituie factorul esenţial în selecţia naturală. Iar roiul care a făcut astfel stupul cel mai bun în condiţii optime şi-a putut transmite instinctele unor roiuri noi, care la rîndul lor au avut cele mai multe posibilităţi de a reuşi în lupta pentru existenţă.

---

[1] H. Bergson, *L'évolution créatrice,* Alcan, Paris, 1929, p. 188—189.

L. Bounoure citează drept exemplu de instinct în care se realizează finalitatea organismului modul în care-şi capturează prada larva de *Euroleon nostras*. Realitatea arată că aici nu-i vorba nicidecum de un mecanism finalizat, ci de o înlănţuire de reflexe necondiţionate ereditare, deci o activitate reflectorie care a putut fi studiată în amănunt [1]. Larva de *Euroleon nostras* se retrage de obicei în fundul unei pîlnii în nisip ; cînd percepe primele mişcări ale viitoarei prăzi, mandibulele i se desfac, iar cînd prada se apropie, larva proiectează capul afară din nisip cu o mişcare bruscă înainte, închide mandibulele care strîng victima, iar glanda salivară secretă un venin paralizant care e injectat printr-un canal mandibulo-maxilar. Apoi larva se retrage sub nisip unde digeră prada. Factorul principal al reperajului şi capturării prăzii de către larvă rezidă într-o serie de vibraţii percepute la nivelul smocurilor de peri senzitivi toracici, care reprezintă zonele reflexogene ale insectei. S-a determinat experimental că insecta reacţionează la vibraţii sonore de frecvenţă joasă (maximum 21 500 Hz) şi că prin imobilizarea smocurilor de peri senzitivi nu mai are loc nici o reacţie a ei.

Este interesant de remarcat că cercetarea obiectivă a activităţii insectelor duce din ce în ce mai mulţi cercetători la concluzii antifinaliste. Astfel M. Lindauer, studiind căile prin care se realizează o temperatură constantă în stupul albinelor obişnuite, de 34,5°—35,5°C din primăvară pînă în toamnă şi de 20°—30° iarna, arată că informaţia despre nivelul temperaturii este obţinută de elementele sensibile termoreceptorii ale fiecărei albine care reacţionează chiar la diferenţe de temperatură de 0,2°.

Cînd albinele din stup constată o temperatură mai scăzută de 35°, ele acţionează în comun prin acţiuni corespunzătoare : prin tremurare şi mişcări uşoare ale aripilor, fiecare albină încearcă să urce temperatura propriului ei corp. Iar pentru ca să nu se risipească căldura ele se adună şi parcă acoperă cu un termofor fagurele în care se află puietul.

În caz de urcare a temperaturii albinele reglează temperatura prin evaporarea apei : în stup, apa e pulverizată în picăturile cele mai mici şi, concomitent, albinele prin mişcări repezi ale aripilor produc curenţi de aer care permit evaporarea mai rapidă a particulelor de apă. În acelaşi timp, alte albine, prin mişcări ale trompei, azvîrlă de jur împrejur picăturile de apă, ceea ce contribuie de asemenea la mărirea suprafeţei de evaporare. Apa necesară realizării acestor măsuri e adusă de anumite albine. Vedem deci că pentru a feri stupul de primejdia unei încălziri prea puternice este necesară o diviziune a muncii între diferite grupe de albine, care trebuie însă să lucreze coordonat. Cum se realizează această coordonare ? Lindauer arată că aici nu poate fi vorba de o înţelegere reciprocă între diferitele grupe de albine, ci de un sistem de semnalizare obiectiv, legat de reglarea consumului de apă în general.

---

[1] M. le Faucheux, *La capture des proies par la larve d'Euroleon nostras*, Fourcroy (insecte Nevroptère), în „Bull. biol. France et Belgique“, t. XLII, 1958, fasc. 3.

Cantitatea de apă necesară stupului e proporţională cu numărul urmaşilor, dar şi cu cantitatea de nectar adunată în fiecare moment. Bineînţeles că fiecare albină care aduce apă nu ştie dacă aduce apă pentru reglarea temperaturii stupului sau pentru reglarea consumului de apă. Afară, în urdiniş, aceste albine primesc numai o informaţie neutră despre necesitatea faţă de apă. Acest semnal este transmis de albinele ce primesc apa, care la intrarea în stup preiau apa şi o predau albinelor hrănitoare. Mijlocul prin care se transmite informaţia este foarte simplu : ca semnal serveşte viteza cu care se ia apa. Dacă albina ce aduce apa întîlneşte trei-patru albine ce preiau apa, care îi smulg apa foarte repede, aceasta arată că în stup necesităţile de apă sînt foarte mari. Dacă nevoile de apă sînt satisfăcute, albina aducătoare de apă nu întîlneşte nici o albină care să-i preia apa şi aceasta slujeşte drept semnal de încetare pentru aducerea apei.

M. Lindauer arată pe drept cuvînt că „nu ne propunem în nici un caz să prescriem fiecărei albine capacitatea de a prevedea evenimentele viitoare. Fiecare albină, în conformitate cu însuşirile ei înnăscute, acţionează aşa cum îi prescrie suma excitanţilor externi existenţi la fiecare moment dat“ [1].

Migraţiunea peştilor şi a păsărilor a constituit de asemenea un exemplu adus de finalişti pentru a demonstra „scopurile înnăscute“ ale activităţii instinctive, perfecţia ei. Deşi pînă în momentul de faţă n-au fost încă complet elucidate cauzele migraţiunilor, totuşi s-a putut stabili că nici în acest caz nu este vorba de o activitate predeterminată final ; şi în cazul migraţiunilor acţionează cauze materiale, fiziologice, legate de transformările provocate de maturitatea sexuală şi reproducere, cînd se creează o sensibilitate neurovegetativă, o mai mare receptivitate a organismului faţă de cele mai mici schimbări ale mediului care apare ca un regulator al proceselor fiziologice ce declanşează migraţiunea. M. Niculescu-Duvăz, într-o monografie despre migraţiunile peştilor, consideră că în stabilirea migraţiunii un rol preponderent revine reflexelor condiţionate, prin care „la fiecare generaţie a fiecărui individ se fixează... legături între factorii interni care sensibilizează animalul în atare situaţii, excitaţiile primite din afară şi mişcările executate de peşte pentru a îndeplini migraţiile în condiţiile optime, dovedind un gen aparte de adaptare în lupta pentru existenţă şi în evoluţia sa prin selecţie naturală“ [1].

---

[1] M. Lindauer, Процессы регулирования в сообществах насекомых, in Процессы регулирования в биологии, изд. И-Л Москва, 1960.

S-a constatat astfel că variaţiile ciclului funcţional ale glandelor endocrine, cum ar fi cel hipofizotiroidian sau cel al suprarenalelor, cît şi activitatea neuroendocrină, sînt mult mai intense la peştii migratori decît la cei sedentari.

Sensibilizare mare se constată şi în perceperea factorilor hidrologici (curenţi, maree), factori chimici (peştii reacţionează chiar la diferenţe de salinitate de 0,02 %, termici (percep diferenţe de 0,03°), luminozitate etc.

Un alt exemplu care dovedeşte lipsa de finalitate a comportamentului adaptativ îl găsim la puii păsărilor după ieşirea acestora din cuib. A. N. Promptov arată că puii, după ce părăsesc cuibul, urmează o vreme părinţii şi capătă astfel posibilitatea de a elabora, pe fondul înnăscut specific, toate legăturile temporare necesare — alimentare, de autoconservare etc. — ceea ce se petrece atît ca rezultat al repetării stereotipe a unor situaţii anumite cît şi ca urmare a imitaţiei [2] obiceiurilor păsărilor mature. Astfel se transmite din generaţie în generaţie un arsenal de obiceiuri biologice complexe ce nu sînt înnăscute, ci reprezintă o echilibrare cu mediul. Acest lucru este dovedit şi prin experienţele cu păsările crescute în laborator şi care, puse în libertate, s-au arătat neputincioase şi neadaptate la condiţiile obişnuite de trai ale speciei. La acestea se observă dezechilibrarea raportului normal faţă de spaţiu : zboară şi sar complet dezordonat ; dat fiind că aveau elaborat reflexul condiţionat alimentar faţă de om, o dată libere nu se hrănesc singure, ci vin spre casă, pe balcon şi aşteaptă hrana din mîna omului. Abia după o perioadă de timp se formează noile legături temporare şi păsările se adaptează condițiilor de existență modificate. Comportamentul adaptativ util, așa după cum reiese din exemplele de mai sus, nu este predeterminat și finalizat, ci este rezultatul legăturilor temporare fixate prin selecție naturală în cursul dezvoltării filogenetice sub forma activității instinctive, cît și a legăturilor temporare noi dobîndite în ontogeneză și care asigură variabilitatea comportamentului în funcție de factorii schimbați ai mediului de viață.

---

[1] M. Niculescu-Duvăz, *Migraţia peştilor*, Ed. ştiinţifică, 1959, p. 26.

[2] A. N. Promptov înţelege prin reacţia imitativă acele coordonări motorii care se manifestă la animale sub influenţa unei aceleiaşi coordonări realizată în prezenţa lui de alt animal. Imitaţiile la păsări pot fi motorii sau vocale.

Comportamentul înnăscut, instinctiv este mai mult sau mai puțin rigid ; el asigură echilibrul dintre organism și mediu numai în condiții de viață neschimbate. Dar în realitate, chiar în medii aparent constante, se produc mereu schimbări, de importanță variabilă, care impun un comportament plastic, care să țină seama de experiența individuală. Numai în felul acesta comportamentul animalelor dobîndește eficacitatea biologică care-i asigură adaptarea la mediu, adaptare care va fi cu atît mai desăvîrșită cu cît mijloacele de informare — analizorii — vor fi mai dezvoltați, iar sinteza informațiilor primite din mediu și din interiorul organismului se va face la un nivel mai înalt. Pe această bază se formează reflexe condiționate complexe, prin intermediul cărora, așa după cum a arătat I. P. Pavlov, „se exercită finețea adaptării, realizîndu-se o concordanță mai perfectă între activitatea organismului și condițiile mediului înconjurător“ [1].

CONCLUZII

Concluzia principală care se desprinde din cercetarea modului în care diferite teorii rezolvă problema determinismului fenomenelor din natura vie este aceea a luptei neîmpăcate dintre materialism și idealism, dintre dialectică și metafizică în biologie.

Reiese, de asemenea, că nici o explicație științifică nu poate fi rodnică dacă nu reușește să dezvăluie determinismul fenomenului cercetat, dacă nu scoate în evidență nu numai modul în care se desfășoară un fenomen, dar și cauzele care l-au provocat.

Curentele indeterministe indiferent ce formă ar îmbrăca (indeterminism organic, pozitivism etc.) sau de la ce teză ar pleca în negarea determinismului proceselor biologice (de la absolutizarea întîmplării la afirmația subiectivistă că între fenomene există relații numai în măsura în care le percepem) nu pot da explicații juste, științifice ; caracterul lor idealist și metafizic face ca toate consideraţiile lor teoretice să devină speculaţii gratuite lipsite de fundament, în ciuda eforturilor pe care le fac reprezentanţii acestor curente de a le găsi o bază reală. Încercările de „statistizare“ a biologiei, de fundare a ei exclusiv pe calculul probabilităţilor şi deci de ignorare a specificului calitativ al fenomenelor biologice îi duce la denaturarea legităţilor proprii acestui grup de fenomene, la înlocuirea cercetării determinismului lor real prin postularea de „relaţii“ valabile în măsură mai mare sau mai mică în alte domenii ale existenţei.

---

[1] I. P. Pavlov, *Opere alese*, vol. II, Ed. Academiei R.P.R., București, 1952, p. 17.

Cauzalitatea proceselor biologice este extrem de complexă. Ea nu poate fi în nici un caz redusă la relaţii de tipul : A produce pe B. Aceasta însă nu implică inconsistenţa relaţiilor cauzale în natură, ci doar faptul că în producerea unui fenomen participă un număr mare de cauze, că desfăşurarea lor se face în mod variat în funcţie de condiţiile concrete. Dialectica marxistă arată că fiecare fenomen prezintă o infinitate de legături şi interdependenţe cu alte fenomene. Izolarea unei cauze din multiplicitatea legăturilor existente este convenţională şi temporară, fenomenul pentru a fi înţeles just trebue să fie privit în toate interacţiunile sale. În acelaşi timp, pentru o serie de fenomene de masă a căror cauzalitate individuală încă nu a putut fi stabilită, rămîne valabilă interpretarea statistică, care nu numai că nu exclude cauzalitatea, dar scoate în evidenţă faptul că un grup de fenomene de acelaşi ordin este supus unui determinism general ce poate fi relevat. Tocmai legile statistice sînt o dovadă că în aparenta lipsă de cauzalitate a multiplicităţii de cazuri individuale domneşte o dependenţă cauzală strictă, independentă de gradul ei de cognoscibilitate. Altfel, ştiinţa ar trebui să se limiteze la analogii, la simpla enumerare de cazuri individuale, dar nu ar fi posibilă activitatea conştientă a oamenilor asupra naturii pe baza legilor.

Determinismul metafizic, care reduce întreaga realitate la cauze şi efecte ce acţionează izolat între ele şi în mod nemijlocit, nu este în stare să ofere explicaţii valabile unor fenomene atît de variate şi dependente de o multiplicitate de condiţii cum sînt cele de ordin biologic. Dar nici teoriile finaliste care predetermină întreaga dezvoltare a lumii organice şi o consideră doar mijloc de realizare a scopului (identificat de obicei cu conştiinţa umană sau divină) nu pot oferi o soluţie justă problemei determinismului fenomenelor biologice.

De fapt, finalismul în biologie nu este decît continuarea vechilor teorii obscurantiste şi mistice care au abundat în filozofie începînd de la Platon şi care cunosc o deosebită înflorire în epoca imperialistă. Finalismul în general şi aplicat la biologie în special este nu numai un curent de gîndire idealist şi metafizic, dar serveşte direct pentru justificarea creaţionismului. În acelaşi timp, el constituie o frînă în activitatea creatoare a oamenilor asupra naturii, deoarece, postulînd axiomatic preordonarea întregii deveniri, el nu mai lasă loc pentru nici o intervenţie umană.

În timp ce gîndirea cauzală concepe natura vie ca dezvoltîndu-se şi transformîndu-se neîncetat fără un punct iniţial şi un stadiu final, finaliştii limitează procesul dezvoltării, închizîndu-l între graniţele înguste ale unui început şi sfîrşit. De aceea încercările unor finalişti de a concilia determinismul cu finalismul sînt sortite eşecului.

Valoarea aplicării ferme a principiilor deterministe materialiste în biologie rezidă înainte de toate în faptul că face posibilă cunoaşterea reală a proceselor din lumea vie, a complexei intricaţii de cauze şi efecte şi a dinamismului lor intim. „...Numai punctul de vedere determinist face posibilă o apreciere riguroasă şi exactă, în loc să pună totul pe seama liberului arbitru“ [1], scria Lenin, subliniind importanţa determinismului pentru ştiinţă.

În al doilea rînd, numai pe baza recunoaşterii determinismului fenomenelor naturii oamenii pot acţiona eficient asupra ei, pot întreprinde transformarea ei. Negarea caracterului determinat, legic al fenomenelor din natura vie implică totodată incapacitatea de intervenţie activă, de modificare sau de reproducere a unor fenomene în laborator. Fără cunoaşterea cauzelor care determină desfăşurarea proceselor biologice, a factorilor necesari existenţei şi perpetuării lor, însăşi ştiinţa ar înceta să existe şi oamenii ar fi lipsiţi de posibilitatea de creaţie în domeniul naturii.

În cuvîntarea ţinută la sesiunea din august 1961 a Academiei Unionale de ştiinţe agricole „V. I. Lenin“, acad. T. D. Lîsenko a subliniat că biologia miciurinistă porneşte de la teza că ştiinţa biologică este un sistem de legi obiective biologice, ceea ce exclude din natură atît spiritul universal cît şi haosul. Acad. Lîsenko a relevat că pentru a putea rezolva sarcinile practice puse agriculturii de către Programul P.C.U.S. trebuie ca biologii să posede o orientare teoretică justă miciurinistă, la baza căreia se află materialismul dialectic. T. D. Lîsenko arată că în timp ce biologii darvinişti şi-au pus dintotdeauna problema *pentru ce* are loc cutare proces, caracter etc. biologic, biologii miciurinişti pun în faţa ştiinţei „o problemă şi mai importantă: *de ce*, conform cărei necesităţi biologice, conform căror legi biologice se obţine un organism vegetal şi animal cu un anumit organ, cu anumite proprietăţi sau anumite procese chimice“ [1]. În cuvîntarea sa, T. D. Lîsenko afirma că descoperirea determinismului şi a legilor biologice este condiţia pentru dobîndirea de noi succese în creşterea producţiei agricole şi animaliere, şi că acest lucru este posibil tocmai pe calea rezolvării celor mai importante probleme practice. În felul acesta, între teoria şi practica biologică miciurinistă s-a cimentat o unitate de nezdruncinat.

---

[1] V. I. Lenin, *Opere complete* vol. I, Ed. politică, 1960, p. 156.

Succesele ştiinţelor naturii, şi în primul rînd ale ştiinţei sovietice, care se bazează conştient pe cercetarea determinismului fenomenelor, sînt dovada concludentă a posibilităţii cunoaşterii cauzalităţii proceselor biologice şi, pe acest temei, a capacităţii de cercetare, reproducere şi transformare activă a acestora.

---

[1] „Pravda“ din 15 august 1961.

CIBERNETICA ŞI UNELE PROBLEME FILOZOFICE ALE ŞTIINŢELOR NATURII ŞI SOCIETĂŢII

de dr. *VICTOR SĂHLEANU*

Teoria informaţiei şi cibernetica, două ramuri ştiinţifice strîns înrudite între ele, au fost întemeiate şi s-au dezvoltat de-abia de 15 ani. Sînt deci ştiinţe foarte tinere, încît aici „nu există drumuri bătătorite, aici fiecare strat este răscolit pentru prima oară, şi acela care va putea să semene, va strînge o recoltă foarte bogată“ [1]. Popularitatea pe care au dobîndit-o în diferite specialităţi, succesele obţinute în unele sectoare cu ajutorul lor, reprezintă unul dintre cele mai interesante fenomene din istoria ştiinţei moderne. Cibernetica şi teoria informaţiei s-au bucurat nu numai de o dezvoltare extrem de rapidă, dar şi de un mare interes în rîndurile marelui public.

Interesul pe care l-au stîrnit în rîndurile marelui public se explică prin realizările tehnice bazate pe cercetările cibernetice: automatizarea în industrie, maşinile electronice de calculat, variate tipuri de „roboţi“ moderni. Îndeosebi impresionează aparatele care ar putea fi cuprinse sub eticheta de „automatică intelectuală“ [2]. Calculatoarele electronice pot efectua calcule matematice, operaţii logice, traduceri dintr-o limbă în alta etc. Calcule matematice oricît de complicate sînt efectuate cu o viteză considerabilă, de pînă la cîteva milioane de operaţii elementare pe secundă, randamentul unui agregat electronic echivalînd cu acela a mii de oameni calculatori de calificare adecvată. În ultimii ani, „creierilor electronici“ li s-a pretins rezolvarea unor probleme din ce în ce mai complexe. Există maşini care pot juca fără greşeli finale de partide de şah, obţinînd constant victorii în faţa unor jucători de valoare mijlocie. Există maşini care pot extrage datele esenţiale dintr-un text şi pot înmagazina informaţia astfel extrasă, constituind un auxiliar foarte preţios în documentarea ştiinţifică. Cu ajutorul calculatoarelor electronice s-a rezolvat problema descifrării manuscriselor vechilor maya, problemă care a preocupat pe cercetători timp de secole[1]. „Creierii electronici" anexaţi unor întreprinderi automatizate pot da indicaţii asupra modului optim de desfăşurare a procesului de producţie şi pot pune în mişcare dispozitivele care traduc în viaţă soluţia optimă găsită. O aplicaţie interesantă o are cibernetica în realizarea aşa-numitelor „maşini de diagnostic" : pe baza unei liste de simptome, ele pot prezenta un diagnostic de probabilitate al bolii în cauză. S-au construit maşini care pot „recunoaşte" anumite figuri şi pot „învăţa" ; altele au îndeplinit cu succes „sarcina" de a compune o piesă muzicală. Iată numai o parte din performanţele ciberneticii tehnice, care au impresionat adînc pe omul contemporan. Automatele cibernetice au fost indispensabile acelor performanţe ale tehnicii care dau măsura posibilităţilor tehnico-ştiinţifice ale vremii noastre : sateliţii artificiali ai pămîntului şi navele cosmice. Avansul pe care-l are U.R.S.S. în construirea cosmonavelor dovedeşte nu numai superioritatea sa în tehnica rachetelor, ci şi valoarea incomparabilă a studiilor sovietice de cibernetică tehnică.

---

[1] E. Manuciarova, „Bul. inf. şt.“, I.S.R.S., 1961, nr. 18, p. 4.

[2] Cf. Edm. Nicolau, în *Probleme de automatizare*, Ed. Acad. R.P.R., Bucureşti, 1960, p. 107.

Pornind de la aceste succese ale ştiinţei inginereşti de astăzi, a văzut lumina tiparului o abundentă literatură ştiinţifico-fantastică despre roboţii viitorului. În ţările occidentale a apărut astfel un nou prilej de exploatare a setei de senzaţional şi o anumită situaţie psihologică care s-ar cere analizată în amănunţime cu altă ocazie. În cadrul acestei situaţii psihologice s-a putut contura o oarecare teamă de maşină, o îngrijorare cu privire la viitorul omenirii (s-a întrevăzut chiar dominarea oamenilor de către maşini), sau, dimpotrivă, o fetişizare entuziastă a matematicii şi electronicii. Totodată, aşezarea pe primul plan a problemei automatelor a eclipsat sau a denaturat adevărata semnificaţie ştiinţifică, filozofică şi chiar tehnică a ciberneticii. Existenţa unor maşini care efectuează munci pînă ieri considerate ca specifice intelectului uman a dus la o înţelegere îngustă şi unilaterală a ciberneticii : ea a fost definită (nesatisfăcător) ca fiind studiul analogiilor dintre maşinile electronice şi creier sau dintre aceste maşini şi organismele vii. Construirea dispozitivelor automate sau a celor necesare automatizării producţiei reprezintă, desigur, una dintre roadele practice cele mai preţioase ale ciberneticii, dar ea nu epuizează însemnătatea ciberneticii şi nu reprezintă, după noi, esenţa ciberneticii.

Interesul pe care l-au stîrnit cibernetica şi teoria informaţiei în rîndul specialiştilor din diferite domenii ale ştiinţelor şi activităţilor practice trebuie căutat în faptul că noţiunile şi procedeele lor s-au dovedit utile oriunde este vorba de probleme specifice *sistemelor* complexe. În multe cazuri în care ordinea, organizarea specifică, particularităţile sînt elemente de însemnătate fundamentală, teoria informaţiei este binevenită, ca un nou mod de abordare a problemelor. Oriunde este vorba de „informaţie“ în sensul curent de mesaj transmis, teoria informaţiei este chemată să uşureze abordarea cantitativă a fenomenelor şi faptelor studiate. Dar în lumea de astăzi, comunicaţiile, schimbul de informaţii, acumularea şi prelucrarea informaţiilor reprezintă o parte esenţială a activităţii sociale. Nu numai *tehnica* transmiterii mesajelor interesează, ci şi circulaţia informaţiei între oameni, extragerea informaţiei adecvate etc. Oriunde este vorba de probleme de comandă şi de reglare (de „control“), cibernetica poate fi binevenită pentru a contribui, cu ajutorul schemelor, principiilor şi teoremelor sale, la examinarea situaţiei, la descoperirea modului de funcţionare a sistemului, la sugerarea unor acţiuni de echilibrare sau transformare. Cibernetica se ocupă cu sisteme în care circulă informaţia după anumite legi care depind de particularităţile funcţionale ale sistemelor. De aceea, cibernetica şi teoria informaţiei, la a căror elaborare au contribuit iniţial matematicienii (Shannon, 1947, Wiener, 1948) şi inginerii, interesează astăzi pe fiziologi, biologi, medici, psihologi, economişti, sociologi, lingvişti, planificatori.

---

[1] S. Sobolev, „Izvestia", 1961, nr. 25 ; cf. „Bul. inf. şt.", I.S.R.S., 1961, nr. 10, p. 6.

Ele interesează, bineînţeles, şi pe filozofi. Puţine idei ştiinţifice noi au dezlănţuit o efervescenţă teoretică atît de promptă, de intensă şi de largă ca ideile care stau la baza ciberneticii. Implicaţiile filozofice sînt multiple, de toate nivelele şi calităţile. Realizările şi afirmaţiile ciberneticienilor, modul lor de a aborda realitatea continuă să fie un subiect predilect de discuţie în filozofia ştiinţifică de astăzi. Indiferent de poziţia pe care am adopta-o cu privire la valoarea metodologică şi explicativă a ciberneticii, trebuie să recunoaştem că valoarea ei „euristică“ nu poate fi neglijată. Aşa cum am mai afirmat şi cu alte ocazii, avîntul filozofiei ştiinţelor naturii din ultimul deceniu, şi îndeosebi avîntul tratării filozofice a problemelor biologiei se datoreşte în mare măsură apariţiei ciberneticii şi teoriei informaţiei în ştiinţe. Gnoseologia a avut de profitat de pe urma adîncirii bazelor filozofice, psihologice şi logice ale cunoştinţelor noastre. Cibernetica este astăzi — şi discuţiile cu privire la ea nu pot fi considerate ca încheiate — o arenă de luptă ideologică ascuţită.

Actualitatea discutării problemelor ciberneticii este deosebit de mare, ceea ce de altfel constituie explicaţia profundă a popularităţii ciberneticii. Automatizarea este o cerinţă a dezvoltării forţelor de producţie. Ea are mari implicaţii sociale — care sînt diferite în capitalism faţă de cele din socialism. Progresele tehnicii tuburilor electronice şi a transistorilor au permis construirea unor aparate şi maşini a căror complexitate, perfecţiune şi supleţe de comportare ne fac să privim cu alţi ochi posibilităţile materiei „inerte", nevii. În studiul proceselor biologice şi al materiei vii domină astăzi, după cum vom vedea amănunţit mai departe, preocupări despre specificitate şi despre „control". Pe alt plan, sociologia burgheză, falimentară, refuzînd să accepte explicaţiile materialist-istorice, se agaţă de orice nouă iniţiativă teoretică, în speranţa de a construi o viziune coerentă a societăţii, din care să fie expulzată perspectiva pieirii capitalismului. Cibernetica este o astfel de iniţiativă; dar vom vedea că aplicaţiile şi implicaţiile sociale ale ciberneticii sînt departe de a justifica speranţele teoreticienilor capitalismului de astăzi. Cibernetica exprimă, în sfîrşit, atingerea unui nivel superior de înţelegere a realităţii, care reprezintă, în fond, o familiarizare cu perspectiva dialectică asupra ei. Succesele teoretice ale ciberneticii sînt strict condiţionate de aplicarea consecventă a materialismului şi dialecticii. Nu trebuie să atribuim ciberneticii toate progresele realizate în ultimii ani în înţelegerea realităţii, privită în conexiune, mişcare şi contradicţie a părţilor. Cibernetica este, totuşi, mai mult decît un „simptom" al evoluţiei gîndirii, ştiinţei şi tehnicii: ea contribuie efectiv la această evoluţie.

Drept premise pentru părţile următoare ale expunerii noastre reţinem că:

1. Este pe deplin justificat interesul pentru cibernetică al tuturor celor pentru care teoria este strîns legată de practică;

2. Tezele şi implicaţiile ciberneticii (şi ale teoriei informaţiei) trebuie examinate şi dezvoltate de pe poziţiile materialismului dialectic şi ale materialismului istoric;

3. Trebuie să căutăm să dezvăluim „sîmburele raţional" al ciberneticii făcînd abstracţie de interpretările deseori pragmatiste, pozitiviste sau de altă natură idealistă ale adepţilor occidentali ai ciberneticii, şi uneori în discordanţă chiar cu comentariile lui N. Wiener, creatorul ciberneticii;

4. Cibernetica nu este un fenomen apărut izolat în ştiinţa modernă; ea exprimă atingerea unui anumit nivel de către tehnica şi gîndirea dialectică în ştiinţa mondială;

5. Marele număr de probleme generale ridicate de către cibernetică şi dificultatea de rezolvare a multora dintre ele impun o anumită „metodologie" a discutării lor: acceptarea soluţiilor provizorii,

pînă la înlocuirea lor cu unele mai bune ; evitarea dogmatismului şi a afirmaţiilor peremptorii ; sforţarea de a adopta noi puncte de vedere cu privire la clasificarea obiectelor şi fenomenelor lumii reale (puncte de vedere care se leagă de utilizarea conceptelor de sistem, informaţie, ordine etc.) ; reexaminarea esenţei şi valorii abordării matematice şi analogice în studiul naturii şi societăţii.

CE ESTE CIBERNETICA

„Cibernetică“ este un neologism mai vechi, propus în prima jumătate a secolului al XIX-lea de Ampère. Termenul a fost uitat şi a fost pus în circulaţie, în alt sens, de către N. Wiener în 1948, în titlul lucrării sale despre „control şi comunicaţie la animale şi la maşini“ [1]. *Kivernitis* înseamnă, în limba elenă, pilot sau cîrmaci de corabie. Etimologia cuvîntului face transparentă intenţia iniţiatorului ciberneticii : aceea de a construi o ştiinţă generală a reglajului. În termeni poate mai puţin accesibili, dar mai exacţi, cibernetica se poate defini drept ştiinţa care se ocupă de studiul analitic al izomorfismului dintre structura comunicaţiilor în mecanisme şi organisme. În această formulare, „studiu analitic“ înseamnă studiul matematic ; cibernetica — în intenţia lui Wiener — este o ştiinţă sau o teorie *matematică,* sau cel puţin matematizată. „Izomorfismul“ înseamnă aspectul riguros al analogiei : prin izomorfism înţelegem, în matematică [2], o corespondenţă biunivocă între două mulţimi de obiecte astfel, încît unui element a îi corespunde un element $\bar{a}$ (imaginea sa), iar relaţiilor determinate între obiectele unuia dintre sisteme îi corespund aceleiaşi relaţii între obiectele celeilalte mulţimi *. În sistemele fizice, unui anumit tip de interacţiune îi corespunde o interacţiune cu înţeles bine determinat, iar în cazul cel mai simplu o interacţiune de acelaşi tip, care ar putea, eventual, să fie altfel *materializată.* Să dăm un exemplu : o supapă care lasă să treacă sau care se opune trecerii unui curent de fluid ; un contact care închide sau deschide un circuit electric ; o sinapsă neuronală care transmite sau nu transmite în fluxul nervos sînt eventualităţi care corespund unei alternative. Ea poate fi reprezentată aritmetic prin numerele

---

[1] Cf. Edm. Nicolau, „Viaţa romînească“, 1958, nr. 6, p. 89.

[2] Cf. *Lexiconul tehnic romîn,* Ed. tehnică, Bucureşti, vol. III, p. 335 şi vol. IV, p. 169, 1951—1952.

* De exemplu imaginea produsului a două elemente ale unui grup-obiect este egală cu produsul imaginilor lor ; reuniunea sau secţiunea a două imagini este egală cu imaginea reuniunii sau secţiunii obiectelor etc. etc. *Cf. Lexiconul tehnic romîn,* vol. III, p. 335 şi vol. IV, p. 269.

0 şi 1 (într-un sistem de numeraţie cu numai 2 semne, *binar)* sau prin termenii logici „da“ sau „nu“. A studia analitic asemenea izomorfisme înseamnă a ne concentra atenţia asupra schemei abstracte, conexionale sau funcţionale, care poate fi reprezentată simbolic, cu ajutorul matematicii (analitic sau prin simbolica algebrei logice). Cibernetica nu va studia deci, în maşini şi în organisme, realizarea *concretă,* amănuntele de înfăţişare, cele tehnologice (de material), şi nici măcar forma particulară de mişcare a materiei pe care o folosesc: energia electrică, chimică, mecanică, termică etc. Schema care o interesează este „forma pură“ a relaţiilor dintre părţile care comunică între ele, care se influenţează reciproc pentru obţinerea unui rezultat. Nu se urmăreşte aspectul descriptiv al maşinilor, sau „anatomia“ organismelor, şi nici producerea, consumul, transformarea de energie, ci aspectul funcţional al reglării lor. În acest sens — abstract trebuie înţeles cuvîntul de „structură“ (structură logico-matematică).

Definiţia lui Wiener este acceptată, în esenţă, şi de Sobolev, Kitov şi Liapunov [1]. Kolman (1955) a insistat asupra posibilităţii de a găsi o interpretare unitară a diferitelor procese de comandă şi control, pe baza analogiei relaţiilor cantitative care le descriu [2]. Se ştie că matematica, aplicată la studiul diferitelor fenomene ale realităţii, face în mod curent analiza abstractă a „formei pure“ a fenomenelor şi exprimă abstract ceea ce este comun în diferite grupuri de fenomene. Exemplul cel mai bine cunoscut este cel al teoriei oscilaţiilor, care studiază oscilaţiile pur şi simplu, indiferent dacă sînt oscilaţiile unui resort, ale unei bare elastice, ale unei coarde vibrante, ale unui mediu acustic, ale unui circuit electric alcătuit din rezistenţă, capacitate şi inductanţă. Ceea ce este comun în toate oscilaţiile armonice poate fi descris printr-o ecuaţie diferenţială identică (din punct de vedere matematic). Încă V. I. Lenin, în *Materialism şi empiriocriticism,* a atras atenţia asupra faptului că fizicienii pot descrie prin ecuaţii (diferenţiale) formal-identice fenomene calitativ diferite ; Lenin a văzut în această situaţie un argument în plus pentru unitatea materială a lumii [3]. Întrebarea dacă în afara legităţilor specifice diferitelor forme de mişcare ale materiei există şi legităţi care sînt valabile indiferent de forma de materie la care se aplică nu mai este astăzi de resortul speculaţiei filozofice ; după cum notează Kàlmar (1960) răspunsul îl putem cere ştiinţelor particulare, iar teoria oscilaţiilor reprezintă (şi după părerea noastră) un sector ilustrativ al ştiinţelor, bogat în învăţăminte. Familiarizarea cu noţiunile de bază ale acestei teorii poate servi ca o bună pregătire a gîndirii pentru înţelegerea sensului cercetărilor de cibernetică, mai ales că oscilaţii apar şi în sistemele cu reglaj automat, în care circulă „informaţia recurentă". Acest aspect va fi reluat într-o altă parte a lucrării. Aici mai amintim numai că legile mişcărilor periodice sînt valabile nu numai pentru oscilaţii mecanice sau electrice, ci şi pentru forme superioare de mişcare a materiei : pentru „tremurătura" patologică (tremor, clonus, nistagmus), pentru variaţiile periodice ale parametrilor fiziologici (ritmurile biologice), pentru oscilaţiile periodice ale numărului indivizilor a două specii care se găsesc în interacţiune antagonistă etc. Într-o scrisoare a lui Marx către Engels datată din 31 mai 1873, Marx se întreabă dacă oscilaţiile preţurilor în economia capitalistă nu ar putea fi supuse şi ele unei cercetări matematice. Creatorii marxismului au admis de altfel valoarea de auxiliar *universal* a metodelor matematice şi ei înşişi au dat exemple de folosire a noţiunilor şi procedeelor matematice în studiul fenomenelor sociale. Cercetarea cibernetică a mers, în unele privinţe, mult mai departe decît teoria oscilaţiilor în descoperirea unor legi sau principii funcţionale comune sistemelor complexe. Legătura dintre cibernetică şi matematică reiese din necesitatea caracterului abstract al unei teorii atît de generale ; teoria matematică este una dintre întruchipările riguroase ale analizei teoretice. Dar matematica oferă şi o simbolică adecvată, precisă şi foarte concentrată : legităţile cibernetice nu pot fi prezentate suficient de condensat fără folosirea unui limbaj tehnic special şi a unei simbolici corespunzătoare. Wiener scrie că „menirea ciberneticii este de a elabora un limbaj şi procedee tehnice care să ne permită să rezolvăm efectiv problemele comenzii şi ale comunicaţiei în genere". După Tarjan (1956), cibernetica este o ştiinţă complexă, care, folosind metodele exacte ale ştiinţelor naturii — analiza matematică, experimentul pe modele, măsurătoarea etc. —, cercetează principiile funcţionării sistemelor complexe făcînd abstracţie de formele concrete, materiale, de realizare a acestor sisteme. Definiţia se axează pe noţiunea de *sistem*, în timp ce o serie de alte definiţii se axează pe noţiunea de *informaţie*.

---

[1] S. L. Sobolev, A. I. Kitov şi A. A. Liapunov, în „An. rom. sov., seria filozofie“, 1956, nr. 1, p. 106.

[2] E. Kolman, „An. rom. sov., seria filozofie“, 1956, nr. 1, p. 88.

[3] V. I. Lenin, *Materialism şi empiriocriticism,* Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 283.

Însăşi definiţia lui Wiener vorbeşte despre comunicaţie. Comunicaţia implică un schimb de energie sau de substanţă ; dar ceea ce interesează este valoarea de „comandă", de influenţare a unui dispozitiv potrivit, a acestor cantităţi de materie. Ceea ce interesează este, aşadar, fluxul, circulaţia de informaţie.

Reglajul, după Wiener, implică manipularea unor cantităţi *măsurabile* de informaţie. Kolmogorov (1958) subordonează cibernetica teoriei informaţiei ; el defineşte cibernetica ca ştiinţa care se ocupă de recepţionarea, înmagazinarea, transformarea şi folosirea informaţiei în maşină, în organismele vii şi în complexele acestor organisme. Ca şi Kolman, Kolmogorov pune un puternic accent pe latura *matematică* a ciberneticii. Dar, dacă ar fi să caracterizăm cibernetica după ceea ce înseamnă ea în momentul de faţă, n-am greşi dacă am caracteriza-o ca pe un *grup de preocupări* asupra comunicaţiei, comenzilor şi reglajului, în şi între sistemele complexe, naturale sau artificiale. În asemenea sisteme, lanţul cauzal nu este simplu, iar analiza acestui lanţ cere o gîndire elaborată şi necesită folosirea unor instrumente matematice particulare. Cibernetica nu este o teorie matematică, ci o preocupare în mare măsură „filozofică“ (din cauza punctului de vedere general din care priveşte sistemele) şi „matematizată“ (matematica oferind abstracţii şi metode de cercetare analitică). Kàlmar (1959) propune următoarea definiţie a ciberneticii de *astăzi :* cibernetica se ocupă mai întîi cu legităţile generale ale organizării sistemelor materiale şi ale prelucrării de informaţie în interiorul acestor sisteme, în special în scopul de comandă şi reglaj, legi care sînt valabile independent de formele specifice de mişcare ale materiei. Aceasta este latura teoretică a ciberneticii. Cibernetica se ocupă, în al doilea rînd şi pe baza cunoaşterii acestor legităţi, de posibilitatea obţinerii unor anumite rezultate ale formelor superioare de mişcare a materiei, cu ajutorul formelor inferioare de mişcare, căutînd totodată să stabilească limitele acestei posibilităţi. Aceasta este latura practică, aplicativă a ciberneticii [1]. Este clar că preocupările de cibernetică *teoretică* au apărut, din punct de vedere istoric după realizarea unor *automate.* Cibernetica ar reprezenta, aşadar, o valorificare a unor performanţe tehnice în interesul analizei ştiinţifice a sistemelor.

Diferite alte definiţii ale ciberneticii pot fi derivate din aceste caracterizări, care, în fond, sînt apropiate de intenţia lui Wiener. A. I. Berg (1960) adoptă definiţia ei ca ştiinţă a legilor conducerii sistemelor *dinamice complexe.* Un sistem dinamic este alcătuit din sisteme elementare sau elemente mai simple, care sînt legate şi interacţionează unele asupra altora. Starea elementelor ca şi a sistemului în ansamblu, este dată de valoarea unor parametri care variază după anumite legi (se observă aici intervenţia *necesară* a descrierii şi analizei matematice). Trecerea sistemului dintr-o stare într-alta, printr-o acţiune exercitată asupra parametrilor săi, se numeşte comandă. Procesele de comandă se realizează forţat sau se produc spontan. În toate sistemele dinamice complexe comanda se realizează prin recepţionarea, conservarea şi prelucrarea informaţiei. Berg deosebeşte trei domenii fundamentale de comandă. Primul constă în comanda sistemelor de maşini, de procese de producţie şi, în genere, de procese care au loc în cadrul acţiunii (raţionale) a omului asupra naturii. Al doilea domeniu cuprinde comanda activităţii organizate a colectivelor umane. Al treilea domeniu este cel al comenzii proceselor care au loc în organismele vii. Caracterizarea făcută de A. I. Berg lasă pe al doilea plan *reglajul automat,* ca o particularitate a unor dispozitive şi programe de comandă : „Folosind reguli şi posibilităţi determinate, organul de comandă prelucrează informaţia primită în conformitate cu sarcinile şi cu obiectivele cărora trebuie să le facă faţă". Se mai găseşte în caracterizarea autorului sovietic o altă notă asupra căreia vom insista : „Sarcina ciberneticii — spune A. I. Berg — este de a studia procesele de comandă în sistemele dinamice complexe pentru a spori eficienţa activităţii omului" [1]. În această notă se pune într-o anumită lumină legătura dintre teorie şi practică, dar se limitează perspectivele teoretice ale ciberneticii, rolul ei explicativ. Relaţiile ciberneticii cu „activitatea eficace" vor fi înţelese în mod diferit de diferiţi autori. Pentru I. P. Frolov (1956), cibernetica este numai „teoria maşinilor cu acţiune rapidă" [2], iar pentru G. Klaus (1958), „cibernetica este ştiinţa despre procedee de automatizare şi de transmitere a informaţiilor în maşini şi despre analogiile rezultînd de aici cu procese corespunzătoare la animal şi la om" [3]. Ca şi în definiţia iniţială a lui Wiener, observăm aici o scăpare greu de admis de către un biolog : limitarea cercetărilor de cibernetică umană la sectorul zoologic, inclusiv la cel al bioantropologiei.

---

[1] L. Kàlmar, în *Naturwissenschaft u. Philosophie*, Akad.-Verlag, Berlin, 1960, p. 389.

Poate să pară curios faptul că nici la al doilea congres internaţional de cibernetică (Namur, 1958) nu s-a căzut de acord asupra a ceea ce trebue să înţelegem prin cibernetică. Etimologia termenului scoate în evidenţă tocmai relaţiile ciberneticii cu „activitatea eficace", dar ea permite fie extinderi de sens entuziaste, fie particularizări de sens cu totul speciale. Variantele de interpretare propuse oglindesc destul de fidel orientarea filozofică a cercetătorilor, poziţia lor în raport cu marile probleme ale existenţei, cunoaşterii şi acţiunii şi, implicit, un anumit fel de a înţelege legătura dintre teorie şi practică.

---

[1] A. I. Berg, în *Dialectica marxistă şi ştiinţele moderne.* Ed. politică, Bucureşti, 1960, p. 172.

[2] I. P. Frolov, în *Dialectica marxistă şi ştiinţele moderne,* Bucureşti, p. 381.

[3] L. Couffignal, în *2-ème Congr. internat. cybernétique,* Namur, Ed. Assoc. intern. cybernétique, 1960, p. 20.

Couffignal (1958) propune pentru cibernetică o definiţie cu totul particulară : ea ar fi arta de a face acţiunea eficace ; ar fi o *metodologie a acţiunii.* El încearcă să situeze cibernetica în raport cu ştiinţa şi cu tehnica, din punctul de vedere al inginerului preocupat în primul rînd de eficienţa muncii sale. Cibernetica ar raţiona mai ales prin analogie; iar într-o serie de mecanisme analoge, fiecare dintre ele poate fi considerat ca modelul celuilalt. Mai mult, însăşi descrierea (eventual matematică) a unui mecanism poate fi considerată ca un model al acestuia : modelul „dialectic“ (într-un înţeles apropiat de cel al cuvîntului „dialog“). Cibernetica are preferinţe pentru acelea dintre reprezentări, pentru acel model (fizic sau „dialectic“) care este cel mai eficace pentru acţiune. O acţiune eficace presupune o *informaţie* adecvată, de unde însemnătatea problemelor de comunicaţie pentru cibernetică. Informaţiile primite de om sînt transformate de acesta într-un „efect psihologic“ pe care Couffignal îl numeşte *pattern* de cunoştinţă ; el poate fi util acţiunii chiar dacă nu e exprimat fără cusur într-un anumit limbaj. Ştiinţa este, după acest autor, un edificiu de „modele dialectice“ structurat într-un anumit fel: „modelele“ elementare sînt grupate în clase definite prin atribute comune, care nu sînt decît consecinţele unor axiome. Cibernetica, pe de altă parte, edifică „modele dialectice“ care sînt programe de acţiune supuse unei condiţii severe : aceea a eficacităţii. Tehnica este o secvenţă de acte care îndeplinesc o acţiune ; descrierea lor e „modelul dialectic“ al acţiunii adică reprezintă programele de acţiune. Ştiinţa se străduieşte să dispună cunoştinţele în sisteme axiomatice, sau cel puţin în „moduri de expresie la modă“ (ca ilustrare a ultimei tendinţe autorul aminteşte de optica eterului, expresie a concepţiei mecaniciste despre univers). Cibernetica n-are nevoie de toate aceste sisteme : o eficacitate cibernetică mai mare ar fi legată de o „mai mare simplitate a gîndirii şi a discursului“. Ca exemplu, autorul opune astfel opticii clasice, sistemul (modelul) optic propus de Gabor în care intervine noţiunea de informaţie. Informaţia ar fi, după Couffignal, o „realitate psihofizică percepută de om“, în timp ce lumina ar fi o „entitate logică imaginată de om din necesitatea de a găsi o cauză“. Ştiinţa ar descrie cea mai mare parte din univers sub formă de deducţii care pornesc de la axiome abstracte ; cibernetica ar descrie partea din mediul exterior în care se desfăşoară acţiunea prin analogii pornind de la concepte fundamentale cît mai concrete.

Care ar fi atunci rolul ştiinţei în acţiune ? Plecînd de la exemplele cu totul speciale ale principiilor termodinamicii, a căror acceptare a spulberat visul de veacuri în realizarea unui *perpetuum mobile*, Couffignal crede că legile naturii definesc „regiuni interzise“, în care imaginaţia inventivă a ciberneticianului trebuie să se abţină de a intra, sub pedeapsa unei eficacităţi nule. Legile naturii ar avea mai ales un caracter *limitativ*. După Couffignal, inginerul n-ar *calcula* cînd construieşte, ci ar imagina o nouă construcţie prin analogie cu una veche, şi doar s-ar asigura ulterior (prin raţionamente deductive) că legile naturii n-au fost „transgresate“ în planul conceput.

Este uşor de văzut că *opoziţia* dintre ştiinţă şi tehnică, prezentată în termenii de mai sus, se bazează pe reliefarea exagerată a unor caracteristici care n-au generalitatea şi valoarea care li se atribuie. Deşi admitem însemnătatea principiilor ştiinţifice *limitative*, nu putem restrînge ştiinţa la teoriile sale deductive şi nici nu putem expulza dintre metodele *sale*, inducţia şi analogia. Pentru noi este evident că acţiunea se bazează mai ales pe datele *pozitive* ale ştiinţei, şi nu pe corolarele sale limitative. Nu trebuie să uităm că progres ştiinţific înseamnă tocmai suprimarea unor astfel de corolare. În schema ondulatorie a atomului sînt „posibile“ fenomene care erau interzise în schema atomului lui Bohr, iar în acesta din urmă fenomene care erau interzise în electrodinamica clasică. Opoziţia dintre cibernetică şi ştiinţă are nuanţe pragmatiste şi pozitiviste. Autorul se exprimă textual : „Legile naturale... au caracterul unor convenţii sociale“. Noi respingem de asemenea accepţia antropomorfică dată conceptului de informaţie. Pentru noi cibernetica include o ştiinţă generală a sistemelor (eventual *axiomatizabilă*, ca şi unele capitole ale fizicii). Analogia dintre unele sisteme mecanice şi organismele vii nu este interesantă în *primul rînd* pentru că „determină acţiuni eficace“, ci pentru că ea ne duce la descoperirea unor principii funcţionale comune şi la adîncirea înţelegerii organismelor vii. Este adevărat că schemele mai simple sînt adeseori mai eficace, dar aceasta de multe ori în măsura în care acţiunea noastră are un grad de grosieritate care îi permite să se fundamenteze pe aproximaţii. Nu putem confunda, în nici un caz, cibernetica — cu aproximaţia ştiinţifică utilă în practică.

Acţiunea umană se pregăteşte, se decide şi se săvîrşeşte după Couffignal, prin operaţii particulare, care nu sînt nici abstracţiile ştiinţei, nici conduita ordonată de acte succesive care e tehnica. Cibernetica ar fi, în accepţia ei lărgită, *metoda de a organiza şi a conduce acţiunea*. De aceea, pentru adepţii acestui punct de vedere, cibernetica poate aduce — prin metodele sale — o contribuţie eficace în toate problemele în care este vorba de *acţiuni*. Obiectăm că în această accepţie „lărgită“ cibernetica nu cuprinde decît în mod forţat acţiunile eficace ale animalelor şi ale maşinilor automate şi cuprinde în mod inutil o serie de principii de organizare a acţiunilor umane simple care se desfăşoară prin „comandă“ şi nu prin „reglaj“.

Pe o linie de gîndire asemănătoare se situează A. David, care se întreabă dacă „o schemă a omului nu este necesară ciberneticii“ şi dacă „cibernetica nu este în întregime, o tensiune spre o schemă a omului“ [1]. David este doctor în drept şi de aceea pe el nu-l interesează schema *fiziologică a omului,* dar din păcate nici schema omului înţeles ca o sumă a relaţiilor sale sociale. El se preocupă de separarea a ceea ce este „uman“ de ceea ce este „neuman“ (autorul scrie neadecvat : „inuman“). Deosebirea „uman-inuman“ este legată de distincţia între „clar“ şi „obscur“ ; ceea ce e cu adevărat omenesc ar fi „obscur“, ar fi alegerea scopului unei acţiuni, afinitatea pentru anumite acţiuni, prin opoziţie cu *mecanismele* puse în joc şi cu *itinerariile* care duc la atingerea scopurilor. Unele scopuri sînt fundamentale, altele sînt pseudoscopuri, „puncte ale itinerariului“, staţii care trebuie parcurse pentru a ajunge la adevăratele scopuri. Pseudoscopurile sînt din ce în ce mai mult de resortul tehnicii bazate pe ştiinţă. Parcurgerea unor etape marcate de pseudoscopuri este o treabă care poate fi încredinţată maşinilor automate. „Cibernetica ar fi deci disciplina itinerariilor de eficacitate ideală, ducînd fără halte false pînă la un scop veritabil“ [2]. Este inutil să observăm că o asemenea interpretare a ciberneticii nu ne poate satisface. Nu ni se pare oportun să confundăm obiectul fundamental al unei preocupări cu unele dintre consecinţele sale. Medicina, de pildă, nu poate fi confundată cu chirurgia estetică, nici fizica cu tehnica telecomunicaţiilor. De asemenea ni se par profund eronate atît concepţia iraţionalistă privitoare la ceea ce este „uman“, cît şi trecerea acţiunii (caracteristică specific umană) printre elementele „neumane“.

Printre ditirambele puţin consistente adresate ciberneticii amintim pe cea a lui Challier (1960). Cibernetica ar fi „ştiinţa absolută“, ar fi, în sfîrşit, „o sinteză umană digestibilă a realului în totalitatea sa, utilizabil de către om“. Cibernetica, cu „puterea sa de analiză supramultiplicată“, ne-ar oferi „mii de mijloace... pentru a ajunge pînă în cutele cele mai inaccesibile ale realului“. Strecurîndu-se „ca o apă care urcă ineluctabil şi se revarsă sub uşi, cibernetica va regenera toate domeniile intelectuale contemporane“ ; ea ar fi „un minunat instrument de formare a omului şi de emancipare spirituală a lui faţă de materie şi faţă de el însuşi“, o „ştiinţă de regrupare a sintezei umane spre mai multă umanitate, un nou umanism în mers pentru a explica omul şi a-l ajuta să cucerească demnitatea cea mai înaltă : conştiinţa“. Lipsa de seriozitate a acestei „sinteze“ este uşor de văzut. Textul lasă să se întrevadă cu destulă uşurinţă baza ei idealistă. Challier crede în psihismul spermatozoidului, citeşte ora în ochii pisicilor (!) şi face profeţia unei „a treia emergenţe“ a omenirii...[1].

---

[1] A. David, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 33.
[2] *Ibidem*.

În concluziile acestei părţi a lucrării noastre, reţinem următoarele :

1. Cibernetica reprezintă ansamblul preocupărilor ştiinţifice despre legile generale ale *dinamicii* sistemelor complexe, generate de către proiectarea şi funcţionarea maşinilor automate ;

2. Ea înseamnă o tentativă de a stabili, cu ajutorul matematicii, legi valabile pentru *sisteme dinamice complexe,* indiferent de forma de mişcare a materiei pe care se bazează ele ;

3. Cele mai satisfăcătoare caracterizări date ciberneticii sînt cele care îi acordă calitatea de „ştiinţă în curs de constituire“, în timp ce interpretările pragmatiste sau antropocentrice sînt deficitare şi nu pot fi acceptate.

Cu privire la modul în care „direcţia de cercetare ştiinţifică“ poate deveni o „ştiinţă propriu-zisă“, Kalmàr aminteşte de istoricul biochimiei. Aceasta a fost cîndva o direcţie de cercetare, un domeniu în care biologii şi chimiştii lucrau împreună ; astăzi biochimia e privită, pe drept cuvînt, ca o ştiinţă de sine stătătoare. Cibernetica va putea fi şi ea denumită o ştiinţă de sine stătătoare atunci cînd, prin cercetările conjugate ale tehnicienilor, fizicienilor, chimiştilor, biologilor, matematicienilor, sociologilor, economiştilor, psihologilor etc., se va aduna şi se va prelucra suficient material care să permită generalizări satisfăcătoare. Dacă cibernetica poate fi denumită ştiinţă chiar astăzi — nu ni se pare a fi o problemă de principiu.

INFORMAŢIA ŞI CIBERNETICA

Am văzut că majoritatea autorilor leagă cibernetica de noţiunea fundamentală de *informaţie.* Este una dintre noţiunile „contactuale“ comune unor discipline ştiinţifice adeseori mult îndepărtate una de alta. În 15 ani de circulaţie internaţională, această noţiune a primit interpretări diferite. În ştiinţă ea a intrat mai de mult, într-o accepţie apropiată de cea pe care o are în vorbirea curentă. Astfel, în statistica matematică R. A. Fisher şi-a pus problema „cantităţii de informaţie" care poate fi extrasă din anumite date de observaţie şi experiment. Shannon a elaborat „teoria informaţiilor" în scopul de a oferi inginerilor din tehnica telecomunicaţiilor o bază matematică pentru ameliorarea economică a acestora. Pentru a atinge acest obiectiv, era necesar să se găsească o măsură a „cantităţii de informaţie", precum şi legile după care ea poate fi manipulată, transformată, transmisă, înregistrată. Un mesaj vorbit, scris, înregistrat pe o bandă telegrafică prin semne Morse sau transmis pe calea undelor radio modulate conţine o informaţie, ca şi o criptogramă sau o imagine la televizor. O imagine care trebuie transmisă la televiziune este formată în urma explorării punct cu punct a obiectului, după trepte orizontale suprapuse ; variaţiile de luminozitate se transformă în impulsuri electrice care modulează trenul de unde. Acest exemplu tehnic ne face să înţelegem un mare principiu fundamental al teoriei informaţiei, care este cel al *reprezentării*. Comunicarea poate fi tradusă teoretic într-un număr nelimitat de moduri de reprezentare ; fiecare dintre ele poate fi considerat un alfabet sau un cod. De observat că termenul de „informaţie" are aici o sferă mai largă decît noţiunea de „informaţie conştientă". De asemenea, nu ne interesează dacă „mesajul" este adevărat sau nu, dacă are sens sau nu, dacă este alcătuit dintr-o diversitate aperiodică sau din fragmente care se repetă periodic. Pentru tehnica telecomunicaţiilor este importantă transmiterea fidelă a unei diversităţi ordonate specific a semnalelor respective.

---

[1] L. Challier, în *2-ème Congr. internat. cybernétique,* p. 873.

Cum „măsurăm" informaţia ? Pentru teoria comunicaţiilor tehnice a fost necesar să se considere în primul rînd informaţia *selectivă* (Hartley, Shannon). Cantitatea de informaţie dobîndită ca rezultat al producerii unui eveniment este egalată de nesiguranţa pe care a abolit-o producerea acestuia. Dacă sînt posibile astăzi (sau aşteptate) *diferite* situaţii, informaţie înseamnă tranşarea situaţiei. Dacă aşteptăm într-o staţie un tramvai, pe o linie pe care ştim că circulă 3 tramvaie cu numere diferite, recunoaşterea numărului unui tramvai care se apropie aboleşte o incertitudine de altă mărime decît cea care dispare într-o staţie prin care circulă 5 numere de tramvaie. În această accepţie, informaţia are relaţii cu ansamblul manifestărilor, întrupărilor sau direcţiilor de desfăşurare ale unui eveniment, iar valoarea ei depinde de probabilităţile asociate cu aceste manifestări. Ea nu depinde de cauzele sau de consecinţele lor, nici de natura fizică a elementelor. Teoria informaţiei este, aşadar, o teorie abstractă, iar elementele cu care operează au un caracter obiectiv : ele sînt date de probabilităţile asociate. Teoria informaţiei s-a dezvoltat astfel pe baza rezultatelor teoriei probabilităţilor.

„Informaţia selectivă medie“ este totodată o măsură a *ordinii* existente în mesaj, considerat ca un ansamblu de elemente, ca un sistem. Generalizînd într-un sens abstract noţiunea de informaţie, o putem aplica pentru caracterizarea gradului de omogenitate sau de eterogenitate a unui ansamblu de elemente. Elementele se găsesc în diferite stări, fiecare cu o anumită frecvenţă (probabilitate) ; „informaţia“ conţinută în sistem se calculează pornind de la aceste frecvenţe (probabilităţi). În acest sens abstract, noţiunea de informaţie are relaţii strînse cu o altă noţiune „contactuală“ fundamentală, anume cea de entropie ; entropia fizică (termodinamică) este o „funcţie de stare“ a unui sistem, legată de probabilitatea configuraţiei elementelor sale. Asupra acestor relaţii vom reveni.

Dar pentru cibernetica sistemelor automate sau a organismelor vii este importantă o altă generalizare a noţiunii de informaţie. Spunem că substanţa sau energia poartă informaţie cînd ele au valoare de semnal sau de comandă pentru un anumit sistem [1]. Vom da cîteva exemple care să lămurească acest înţeles.

Într-un organism viu, ceea ce produce o reacţie este un excitant mai mult sau mai puţin specific. Din infinitatea de factori fizici şi chimici din mediu, unul anumit, de pildă un semnal sonor, are valoare de stimul şi această valoare nu este dată de intensitatea sa, de cantitatea de energie pe care o transportă, ci de o anumită potrivire cu receptorul, cu organul sensibil, diferenţiat şi specializat în vederea selectării acelui semnal. Comunicaţia prin unde radio înseamnă, în mod analog, existenţa unui aparat de recepţie anume acordat pentru a le recepţiona şi pentru a „traduce“ semnalele recepţionate într-o emisiune sonoră. La un animal superior, glandele endocrine controlează metabolismul ţesuturilor cu ajutorul hormonilor, mesageri chimici speciali, care trec în sînge în cantităţi foarte mici ; sîngele îi transportă prin organism la nivelul membranelor celulare şi intracelulare, unde influenţează dinamica proceselor biochimice. Ştim că există oarecare electivitate în acţiunea hormonilor : cei mai mulţi au organe preferenţiale asupra cărora acţionează. Ei nu acţionează decît în virtutea existenţei unor „receptori“, a unor configuraţii biochimice şi biofizice particulare în organele sensibile, potrivite pentru intervenţia hormonilor. În cazul radiotransmisiei sau al hormonilor, ceea ce ne interesează nu este în primul rînd cantitatea de energie sau de substanţă din semnal, ci măsura în care acea cantitate de energie sau de substanţă are o valoare de semnal sau de comandă pentru un sistem material adecvat alcătuit.

---

[1] V. Săhleanu, „Cercetări filozofice“, 1961, nr. 4, p. 987.

Pornind de la asemenea consideraţii, cibernetica se mai poate caracteriza (Săhleanu, 1958) şi drept un anumit *punct de vedere* asupra sistemelor [1]. Putem să cercetăm o porţiune a lumii materiale în diferite feluri. Ne putem concentra atenţia asupra alcătuirii, asupra materialelor de construcţie şi asupra dispoziţiei lor în spaţiu. Chimia, tehnologia, cristalografia, mineralogia, morfologia se ocupă de aceste laturi ale materiei în mişcare. Ne putem concentra atenţia asupra energiei conţinute în substanţe sau care e transformată în sistemele analizate, ca şi asupra randamentului lor. Substanţa ne interesează aici în măsura în care este purtătoare de energie. Dacă atomismul clasic a constituit o exprimare elocventă a primului punct de vedere, relaţia relativistă stabilită de Einstein

$$E = cm^2,$$

după care substanţa poartă întotdeauna cu ea o energie uriaşă proporţională cu masa, poate fi considerată ca o exprimare elocventă a punctului de vedere energetist. Pentru obiectele mai complexe, care au caracterul de sistem dinamic unitar sau chiar proprietăţi de „individualitate“ (în sensul că descompunerea lor în părţi duce la pierderea specificului calitativ), limitarea la cele două puncte de vedere amintite nu este satisfăcătoare. Aici cantităţi mici de substanţă sau de energie pot pune în mişcare cantităţi mari de substanţă sau de energie, dacă acţionează în calitate de elemente de comandă. O excitaţie luminoasă dată de cîţiva fotoni care cad pe retină poate produce deplasarea unui mamifer de sute de kilograme. Cîţiva ergi folosiţi în telecomandă pot dezlănţui o explozie nucleară. Există disproporţii cantitative între cauză şi efect ; există diferenţe calitative între semnal şi răspuns. Avem de-a face cu substanţe şi cu energie, dar analiza trebuie îndreptată asupra informaţiei pe care o conţin pentru un anumit sistem. Acest punct de vedere este propriu ciberneticii.

Pentru ilustrarea rezultatelor diferite pe care le obţinem pe aceste 3 căi, vom lua ca exemplu chiar evoluţia doctrinelor biologice şi medicale. A existat o perioadă în care specificul organismelor vii era căutat în înfăţişarea sau în alcătuirea lor particulară. Viaţa era caracterizată prin capacitatea ei de a crea forme. Boala era explicată prin existenţa unei leziuni anatomice şi era interpretată localicist : o anumită leziune într-un organ însemna că boala este localizată în acel organ şi trebuia vindecată tratînd organul respectiv. Morfologia era considerată ca disciplina de bază a biologiei, iar anatomia patologică ca disciplina de bază a patologiei. Într-o altă etapă, specificul organismelor vii era căutat în transformarea necontenită de substanţe, care duce la eliberare de energie. Analogia era căutată într-o flacără. În patologie accentul era pus pe scăderea capacităţii de lucru a organelor, cum ar fi scăderea capacităţii de contracţie a muşchiului inimii ; baza acestor tulburări se găseşte de multe ori într-o „leziune biochimică“, în circuitul alterat al substanţelor producătoare de energie. Structurile celulare şi modificările lor pot fi considerate, cu drept cuvînt, ca răsunetul unei anumite situaţii energetice a sistemului. În adevăr, menţinerea structurilor celulare necesită un consum de energie ; pe de altă parte, producerea de energie de către celule necesită integritatea structurilor celulare. Între aspectul structural şi cel energetic există o interdependenţă strînsă. De altfel, această interdependenţă există şi în lumea nevie: o substanţă se prezintă sub diferite înfăţişări, în raport cu situaţia energetică a sa şi a mediului (formele alotrope, substanţele care cristalizează în mai multe sisteme etc.). Dar, în ultimele decenii, în fiziologie şi medicină atenţia cercetătorilor şi a practicienilor a fost atrasă din ce în ce mai mult de sistemele de integrare : endocrin şi nervos ; de procesele de reglare, de capacitatea organismului de a-şi menţine constant mediul interior şi de a echilibra influenţele mediului. În elaborarea unei concepţii care să ţină seama de aceste aspecte şi care să le valorifice în mod just, un rol neegalat revine marelui fiziolog rus I. P. Pavlov. În concepţia sa nervistă, confirmată de întreaga fiziologie şi patologie modernă, organismul animalelor superioare ne apare ca un sistem supus reglării supreme a scoarţei cerebrale, partea cea mai evoluată a sistemului nervos central. Reglarea este reflexă şi se face cu participarea din plin a reflexelor condiţionate, adică a acelor procese nervoase în care are loc o continuă remaniere şi îmbogăţire a caracterului informaţional al fenomenelor din mediu. Reflexele condiţionate înseamnă posibilitatea unei extreme diversificări a conexiunilor cauză-efect : orice factor de mediu poate deveni cauză a oricărei modificări a organelor noastre. Reglarea corticală este fină şi de aceea este absolut indispensabilă menţinerii sănătăţii unui organism care trăieşte într-un mediu complex. Slăbirea reglării corticale duce la reacţii haotice, neadecvate ale organelor. Aceasta este nevroza şi calea ce duce la bolile corticoviscerale, cum sînt ulcerul gastroduodenal, hipertensiunea arterială, hipertiroidismul şi altele. În numeroase alte boli, un „coeficient nevrotic“ agravează simptomele, întîrzie vindecarea, creează complicaţii. Medicina de astăzi acordă proceselor de reglare un rol covîrşitor, fără să neglijeze leziunile anatomice sau pe cele biochimice. Dar o leziune poate fi bine tolerată, sau deficitul adus de ea poate fi compensat, într-un organism care are o capacitate de reglare satisfăcătoare. Această evoluţie a punctelor de vedere în biologie şi medicină nu a fost întîmplător expusă în paralel cu evoluţia punctelor de vedere din fizică : ea corespunde unei creşteri a puterii de analiză, marchează o lărgire a perspectivelor. Pavlovismul, ca şi cibernetica, sînt produse ale secolului al XX-lea, şi anume ale gîndirii progresiste din secolul nostru. Pavlovismul este rodul maturizării fiziologiei, care a devenit sintetică şi a aplicat metodologia materialist-dialectică. Cibernetica exprimă, la rîndul ei, influenţa pozitivă asupra gîndirii ştiinţifice a cuceririlor continue ale tehnicii, rolul fundamental al dezvoltării forţelor de producţie.

---

[1] V. Săhleanu, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 746.

Înţelegem acum şi mai bine de ce cibernetica s-a bucurat de un răsunet deosebit şi imediat în biologie şi medicină. Ea a apărut într-un moment în care reglarea era o problemă biologică la ordinea zilei. Studiul sistematic al principiilor de reglare, cercetarea mecanismelor de reglare sînt astăzi ajutate de formulările clare şi cantitative, ca şi de metodele ciberneticii.

Ne putem întreba, pe drept cuvînt, dacă punctul de vedere al ciberneticii ajută la o mai bună sistematizare şi la o mai bună înţelegere a materialului faptic cunoscut mai de mult. Ce poate aduce cibernetica în studiul formelor vii ? Formele vii trebuie înţelese ca rezultatul unui proces controlat; se vorbeşte de cibernetica dezvoltării“. Ele se menţin de asemenea graţie acţiunii combinate a unor factori care stimulează creşterea şi înmulţirea celulelor şi a altora care acţionează opus. Despre modul în care o configuraţie spaţială poate fi menţinută prin comunicaţie şi control dau o idee formaţiilor avioanelor din parăzile militare sau stolurile de păsări călătoare. Ce poate aduce cibernetica în studiul celulei ? Graţie ei putem caracteriza mai bine părţile celulei : nucleul, de exemplu, este „un centru de informaţie“ ereditară *, în timp ce mitocondriile sînt centre energetice. Vom vedea mai tîrziu modul în care cibernetica ne ajută să descoperim principiile care asigură stabilitatea edificiului celular, ca şi modul în care teoria informaţiei

---

* Ne referim aici la importanţa acidului dezoxiribonucleic din nucleu pentru determinarea caracterului specific al proteinelor funcţionale celulare (caracter specific pentru specie, rasă, individ, organ, ţesut).

ne pune la dispoziţie mijloace de caracterizare a aspectelor sale structurale specifice.

Am putea afirma de aceea că apariţia ciberneticii trebuie înţeleasă ca o expresie a atingerii maturităţii gîndirii teoretice în analiza sistemelor materiale. Este normal ca valoarea ei metodologică să intereseze mai cu seamă pe biologi, deoarece ei vin în contact cu lanţurile cauzale complexe şi cu sistemele dinamice complex structurate.

Tot ce am schiţat mai sus nu trebuie considerat de altfel decît ca o contribuţie la conturarea specificului gîndirii pe care, treptat, cibernetica o impune în specialităţi dintre cele mai variate. Noţiunea de informaţie mai cere încă unele clarificări şi precizări, după cum a arătat Valach (1958). După Valach, trebuie să deosebim noţiunea de *semnal,* care are un caracter obiectiv, de noţiunea de *informaţie,* care are un caracter relativ, „subiectiv". Prin „caracter subiectiv" nu trebuie să înţelegem însă decît faptul că rezultatul depinde în mod esenţial de felul în care sînt tratate semnalele de către sistemele care le primesc. Un sistem care primeşte semnale reacţionează la ele conform cu soarta pe care ele o au în sistem, cu structura sistemului care le transformă în comenzi, cu „interpretările" date de acesta. Semnalele sînt manipulate după un mod care este propriu sistemului şi alcătuiesc, în funcţie de aceasta, un „model" al emiţătorului[1]. Pe această linie de gîndire se inseră şi unele observaţii ale semnatarului acestor rînduri, supuse Congresului de cibernetică din 1958, referitoare la sistemele biologice: „reacţiile" acestora la excitanţi, întotdeauna caracteristice pentru sistemele respective, pot oglindi mai fidel sau mai puţin fidel natura şi intensitatea semnalelor (alospecificitate şi idiospecificitate), după starea sistemului reactiv. *Semnificaţia* semnalelor, înţelesul lor este dat de structura sistemului reactiv. Aspectele semantice ale informaţiei se cer însă analizate îndeaproape în viitor. Rezultă că, în afară de substanţa sau energia circulantă sub formă de semnale, există o „informaţie latentă" ţinînd de structura sistemului care manipulează energia sau substanţa materializată în dispozitivele şi în organizarea acestuia. De altfel, o substanţă chimică ce acţionează ca excitant (de exemplu un hormon) este purtătoare de energie latentă în legăturile sale chimice şi poartă informaţie latentă prin mijlocirea acestora.

Polonsky înţelege prin informaţie capacitatea unui sistem de a impune transformări ordonate unor sisteme exterioare, graţie energiei cheltuite [1]. Această definiţie este adecvată tratării legăturilor dintre informaţie şi starea energetică a sistemelor, în particular legăturilor dintre informaţie şi entropie.

---

[1] M. Valach, în *2-ème Congr. internat. cybernétique,* p. 131.

În rezumat, se pare că cibernetica poate fi caracterizată satisfăcător prin aceea că ea priveşte materia în mişcare, nu atît întrucît e substanţă sau energie, ci mai ales întrucît poate funcţiona ca semnal, comandă sau „informaţie“, prin particularităţi adecvate structurii (de asemenea particulare) a unor sisteme dinamice complexe.

PRINCIPIILE GENERALE ALE REGLĂRII

Am spus că automatele şi calculatoarele cibernetice au fost indispensabile realizării celor mai uluitoare performanţe tehnico-ştiinţifice ale vremii noastre : zborurile în cosmos. Pe traiectoria activă a unui satelit artificial sau a unei nave cosmice se impun corectări extrem de fine şi prompte ale vitezei şi direcţiei, spre a le asigura aşezarea pe orbită. Un proiectil de artilerie este aruncat după alte principii : conform calculelor prealabile sau experienţei anterioare, se determină încărcătura de materie explozibilă, greutatea sa, unghiul sub care este proiectat ; nu există posibilitate de a mai interveni pe parcurs. Un proiectil teleghidat sau o rachetă cosmică trebuie şi pot fi controlate în cursul drumului lor, corijîndu-se în mod adecvat abaterile constatate. În primul caz, acţiunea este comandată; în cel de-al doilea caz, fenomenul e supus *reglării.*

Pentru a da o idee despre felul în care cibernetica pune în lumină şi analizează abstract principiile funcţionale generale care stau la baza reglării în organisme sau în maşini, ne vom opri un moment asupra aşa-numitelor „scheme cu reacţie“.

O schemă cu reacţie poate fi exprimată simbolic prin literele a A a sau printr-o buclă închisă. Literele sau curba indică modul în care se înlănţuie elementele unei legături cauzale. O parte din substanţa sau energia care „iese“ din sistem circulă recurent, în sens invers, pe „canale“ speciale, în calitate de informaţie, pentru a influenţa „intrările“. Să dăm cîteva exemple concrete. Un termostat este un aparat destinat menţinerii unei temperaturi constante într-un spaţiu închis. El conţine un izvor de căldură al cărui debit este reglabil şi un dispozitiv care „înregistrează“, în felul său, temperatura atinsă — de pildă un corp dilatabil după o lege bine cunoscută. Cînd temperatura a depășit limita permisă, acest dispozitiv intră în joc și produce scăderea debitului de căldură, scăzînd, de pildă, intensitatea curentului care trece prin rezistența încălzitoare. Așadar, „efectul“ este cel care controlează în mod automat, grație construcției particulare a aparatului, modul în care acționează mai departe „cauza“. Termostatul poate fi considerat ca un analog al nenumăratelor dispozitive din organisme care asigură „homeostazia“, adică constanța unor parametri ai mediului interior, cum sînt : concentrația ionilor și a altor substanțe în sînge, temperatura etc. Un astfel de circuit care conține o cale recurentă se numește, după cum am amintit, „circuit de reacție“. Calea de reacție poate să funcționeze prompt sau mai puțin prompt ; dacă ne exprimăm în termeni tehnici, ea poate să aibă diverse „constante de timp“. Cînd constantele de timp sînt relativ mari, abaterea de la normă este corectată abia cu o oarecare întîrziere, iar acțiunea de compensare nu încetează exact la atingerea nivelului dorit, ci duce la o ușoară ridicare de temperatură peste acest nivel. Apar astfel oscilații nete în jurul nivelului de echilibru. Dacă oscilațiile sînt prea mari, sistemul nu este stabil și nu poate fi folosit. Analiza unui exemplu simplu a scos în evidență o serie de proprietăți ale sistemelor reglabile care sînt trăsături caracteristice și ale organismelor vii : apariția unor forțe care tind să restabilească echilibrul, homeostazia, existența decursului ritmic al unor fenomene, o *aparență* de „intenție“ în desfășurarea fenomenelor. Starea de echilibru atinsă e dată de construcția și „programarea“ aparatului și nu de situația sa momentană ; tot astfel, înălțimea definitivă pe care o atinge un organism la sfîrșitul creșterii este o caracteristică a speciei și nu e supusă decît într-o măsură limitată vicisitudinilor suferite în cursul vieții. O calitate a metodelor ciberneticii, ca știință de principii, este aceea de a ne face să înțelegem că diferitele însușiri ale sistemelor organizate, complexe, se află în legătură reciprocă, ca laturi ale aceleiași situații.

---

[1] J. Polonsky, „Cybernetica“, 1959, nr. 2, p. 75 şi 162.

În orice act conștient pe care-l săvîrșim ne interesează rezultatul acțiunii. În funcție de acest rezultat, putem aduce corective acțiunii noastre. Circuitul cu reacție este și aici simplu : am primit „informații“ de la rezultat, le-am prelucrat, am comparat realizarea cu intenția, adică cu „programul“ acestei acțiuni. Într-unul dintre cele mai elementare acte conștiente, acela de a apuca un obiect, în cursul secundei în care acționăm se petrec nenumărate circulații de informație pe circuite cu buclă închisă care asigură precizia și eficiența mișcărilor noastre. Informațiile recurente ne vin de la articulațiile și de la mușchii folosiți, de la alte organe de simț (ca ochiul), de la pielea mîinii care apucă etc. În anumite boli ale sistemului nervos, apucarea devine dificilă, din cauza alterării căilor nervoase care asigură circulaţia recurentă a informaţiei sau din cauza alterării centrilor nervoşi care prelucrează şi compară informaţia primită. Apare, de pildă, „tremurătura intenţională" ; mîna devine cu atît mai nesigură, cu cît se apropie de obiect. Vorbirea este o activitate în care are loc în mod continuu controlul auditiv al emisiunii noastre sonore ; circuitul închis cuprinde : creierul, organele fonatoare, urechea şi creierul. Dacă se tulbură condiţiile normale de auzire, semnalele sonore ajungînd la ureche cu întîrziere (ceea ce se poate realiza uşor cu ajutorul unui microfon, al unui amplificator şi al unor căşti), oamenii se bîlbîie ; invers, unii oameni care prezintă acest defect, puşi în împrejurarea de a nu se mai auzi, pronunţă corect cuvintele.

În lumea vieţuitoarelor apar continuu (aşa cum a arătat Darwin) variaţii individuale. O parte dintre acestea sînt favorabile adaptării şi se păstrează ; altele, nefavorabile, duc la moartea indivizilor care le prezintă sau la dificultatea lor de reproducere ; ele se elimină. Această „selecţie naturală" cuprinde şi ea o circulaţie de informaţie ; dar sistemul considerat este aici specia împreună cu mediul ei de viaţă. Informaţia (biologică) are aici caracteristici mai puţin „concrete" ; nu este vorba de o substanţă anumită sau de o formă particulară de energie, ci de totalitatea însuşirilor care pot fi valorificate în cadrul luptei pentru existenţă, care asigură supravieţuirea celui mai apt.

Cibernetica, insistînd asupra schemelor funcţionale cu circuit închis, ne impune considerarea mai îndeaproape şi clarificarea diferitelor scheme funcţionale. Schemele funcţionale deschise, în care nu există o propagare recurentă a informaţiei, sînt schemele cu *comandă ;* cele închise sînt *scheme de reglaj.* Schemele cu circuit închis, în care există acţiuni recurente, se mai numesc, cu un termen tehnic împrumutat din limba engleză, scheme cu *feed back.* Am prezentat pînă acum *feed back*-ul în general, ca o relaţie funcţională indispensabilă oriunde e nevoie de o apreciere a rezultatului, eficienţei, valorii unei acţiuni în scopul corectării sale eventuale. După cum s-a observat (Mehl), procesul ciclic de interacţiune a teoriei cu practica are el însuşi acest caracter „cibernetic". Privite mai îndeaproape, acţiunile recurente au o mare importanţă în amplificarea unor acţiuni, în asigurarea persistenţei lor, în asigurarea stabilităţii sistemelor.

Ceea ce am spus cu privire la termostat este un exemplu pentru un *feed back* negativ (acţiune recurentă negativă). Creşterea temperaturii duce la scăderea intensităţii cu care funcţionează izvorul de căldură. Schematic putem reprezenta situaţia prin $a \xrightarrow{+} A \xrightarrow{-} a$. Dacă n-ar exista acţiunea recurentă negativă, n-ar exista homeostazie. Am spus că, în organism, homeostazia se menţine în mare măsură prin circuite cu reacţie negativă. De fapt, echilibrul funcţional *între organe* se menţine conform unor scheme funcţionale similare. Problema este relativ bine cunoscută în cadrul sistemului endocrin. Aici hipofiza produce hormoni care stimulează diferite glande endocrine periferice : tiroida, suprarenalele, testiculele, ovarele. Aceste glande, la rîndul lor, produc hormoni care acţionează asupra organelor şi ţesuturilor din economie ; o parte din hormonii secretaţi ajung la hipotalamus şi la hipofiză, pe care le inhibă. Dacă glanda periferică e deficitară, hipofiza e liberată şi secretă în exces hormonul glandotrop respectiv, care stimulează glanda periferică pînă cînd aceasta reuşeşte să facă faţă situaţiei. Acesta este un mecanism de reglare elementar, fundamental ; lui i se suprapun, în organism, altele mai complicate şi mai fine, însă în ansamblu problema reglării nu poate fi înţeleasă fără conceptul de acţiune recurentă. Ca şi diferite alte scheme cantitative, schemele ciberneticii actuale nu sînt suficiente pentru biolog. Dar „insuficient“ nu înseamnă „inutil“ ; ca şi diferite alte scheme cantitative, schemele ciberneticii sînt chiar absolut necesare în unele sectoare ale biologiei. Schema *feed back*-ului nu a fost descoperită de cibernetică ; reglarea endocrină după principiul enunţat a fost studiată printre primii de către Zavadovski în deceniul al IV-lea, iar participarea „aferentaţiei inverse“ în mecanismele neuroreflexe a fost evidenţiată acum aproape 30 de ani de către Anohin, alt reprezentant al şcolii fiziologice sovietice. Cibernetica *a pus în valoare* schema şi, implicit, importanţa descoperirilor lui Zavadovski şi Anohin, ceea ce constituie evident un merit.

Principiul acţiunii recurente negative este folosit în lumea vie la toate nivelele de organizare a substanţei vii. Nivelul funcţional al sistemelor enzimatice care produc energie şi produşi specifici este reglat în mare măsură după acest principiu. Nivelul funcţional al *celulei* depinde, între altele, de permeabilitatea membranei ; această permeabilitate este scăzută prin acumularea în celulă a produşilor de metabolism ; în felul acesta, activitatea celulară se autolimitează, evitînd epuizarea celulei sau desfăşurarea anarhică a vieţii celulare. În rîndurile precedente s-a analizat echilibrul funcţional *al organelor* care asigură buna desfăşurare a proceselor fiziologice din organism.

Un alt caz este cel al acţiunii recurente pozitive. În *feed back*-ul pozitiv avem de-a face cu un proces de autoexcitaţie. Informaţia recurentă intensifică desfăşurarea fenomenului. Un astfel de circuit există în dinam, unde curentul produs de maşină amplifică cîmpul magnetic al maşinii. Unde poate duce o acţiune recurentă pozitivă ? Ea este folositoare pentru amorsarea unui proces, dar continuarea ei dincolo de orice limită ar duce la distrugerea sistemului considerat. Sistemele cu *feed back* negativ funcţionează „în constanţă“ ; cele cu *feed back* pozitiv, „în tendinţă“ [1]. În organismele vii se foloseşte şi acest din urmă principiu. De pildă, în cursul unei activităţi intense, organele eliberează în sînge bioxid de carbon şi alţi produşi de metabolism. Concentraţia lor crescută în afara membranei celulare stimulează mai departe activitatea organelor, dar cu precădere a rinichilor şi plămînilor, care elimină produşii de metabolism (Laborit). Avem astfel un exemplu de felul în care organismele folosesc diferite scheme cibernetice, într-o împletire dialectică *.

Circuitul închis mai poate folosi la reţinerea şi menţinerea unei informaţii. Circulaţia cu o întîrziere potrivită într-un sistem închis duce la repetarea întocmai a secvenţelor de evenimente care se petrec în sistem. Este un procedeu valorificat în maşinile de calcul electronice şi, după unii autori, şi în creierul animalelor superioare. Aici s-au descris circuite neuronale (circuite reverberante) care ar putea reprezenta chiar substratul „memoriei circulante“. Am exemplificat cu această ocazie contribuţia pe care o poate aduce cibernetica nu numai la înţelegerea unor „structuri funcţionale“, ci şi a unor „structuri morfologice“ din organismele vii. În această direcţie, sub impulsul ciberneticii, sau cel puţin folosind sugestiile sale, s-au înregistrat progrese în descifrarea morfologiei scoarţei cerebrale sau a retinei.

Marea însemnătate în cibernetică a principiului acţiunii recurente a prilejuit caracterizări ale acesteia care puneau în centru tocmai acest principiu. Astfel cibernetica a mai fost definită ca fiind studiul sistemelor deschise din punct de vedere energetic şi închise din punctul de vedere al informaţiei şi controlului. Marea însemnătate a principiului analizat nu trebuie să ne facă să credem că cibernetica s-ar limita la identificarea întruchipărilor acestui principiu şi la elaborarea unei aparaturi care-l foloseşte. Principiul acţiunii recurente este indispensabil reglajului, dar prelucrarea şi valorificarea fluxului de informaţii îmbracă şi alte aspecte mai complicate. Homeostazia după principiul de funcţionare a termostatului nu satisface exigenţele tehnicii actuale, şi cu atît mai puţin exigenţele adaptării organismelor la mediul lor de viaţă. Au apărut de aceea în tehnică automate cu programare multiplă, în care, dacă o anumită măsură încercată nu duce la rezolvarea situaţiei, se încearcă succesiv alte soluţii. Organismul procedează întocmai : dacă nu e posibil să se echilibreze influenţele perturbatoare ale mediului prin mijloacele „intrinseci" ale organismului, acesta poate recurge la fugă, la hibernare, la luptă etc., soluţii *ne*homeostatice. Dar chiar în fiecare proces de echilibrare găsim o succesiune diferită. Pătrunderea microbilor într-un punct al organismului dă naştere, mai întîi, unei reacţii de apărare locală. În continuare, organismul mobilizează forţe de apărare generale, cu un caracter nespecific (reacţii neurovegetative şi endocrine). O agresiune persistentă îl obligă la mobilizarea unor forţe de apărare generale, cu un caracter specific, cum sînt anticorpii. Dar nici automatele cu programare multiplă, însă rigidă, nu satisfac exigenţele tehnicii. În continuare au apărut de aceea automate adaptabile, capabile să-şi determine singure soluţia optimă, în împrejurări schimbătoare complexe. Ele includ, pe circuitul de reacţie, un calculator electronic programat într-un anumit fel. Au apărut de asemenea maşini care îşi pot construi singure programele. Prin analogie găsim, în cursul evoluţiei organismelor vii, înlocuirea dispozitivelor de adaptare rigide şi simple prin conexiuni funcţionale din ce în ce mai complexe. Aceste conexiuni funcţionale se realizează tot mai mult cu ajutorul sistemului nervos. În cadrul sistemului nervos apare ca o diferenţiere supremă scoarţa cerebrală, care poate fi comparată cu un uriaş calculator logico-matematic adaptabil şi autoprogramator, capabil de soluţii suple, în raport cu particularităţile mediului şi ale experienţei individuale a organismului.

---

[1] H. Laborit et B. Weber, „Presse méd.“, 1958, nr. 66, p. 1779.

* În expunerea noastră situaţia este schematizată la extrem. În realitate, problema este mult mai complexă, dar analiza ei riguroasă se poate face numai pe bază matematică.

Această incursiune sumară în principiile generale ale reglajului a scos în evidenţă unele caracteristici fundamentale ale ciberneticii şi anume :

1. Cibernetica este o perspectivă materialistă asupra lumii : sistemele pe care le consideră sînt sisteme reale, existînd independent de conştiinţa noastră sau realizabile tehnic ;

2. Cibernetica este o perspectivă dialectică asupra sistemelor materiale, deoarece :

a) Ea se ocupă cu conexiunea şi interacţiunea elementelor constitutive ale sistemelor şi diferitelor sisteme (care schimbă între ele substanţă, energie, informaţie) ;

b) Ea se ocupă esenţial de dinamica fenomenelor, echilibrul fiind înţeles ca „moment relativ", rezultat dintr-o dinamică particulară a elementelor. În cibernetică ne întîlnim cu fenomene care se desfăşoară în timp, cu cumulări de acţiuni, de efecte şi de reacţii. Aparenţele „stabile", cum este forma, ne apar ca rezultanta unui proces dinamic, de reglare.

c) Teoria reglajului se bazează pe dualitatea contradictorie „acţiune directă pozitivă-reacţie recurentă negativă". Într-o schemă cibernetică, epitetele de „cauză" şi „efect" au o valoare relativă, *schimbîndu-şi rolul* : o parte din „efect" funcţionează drept „cauză", influenţînd (recurent) intrările.

3. Analiza clasică, tradiţională a sistemelor încerca să disocieze omogenul de eterogen şi cauza de efect ; să explice complexul prin simplu, iar întregul prin însumarea unor unităţi elementare ; respingea ideea de orientare a acţiunii. Cibernetica acceptă postulatul unui comportament organizat şi orientat, ca şi complexitatea şi eterogenitatea ca atare (Lemaire).

4. Schemele cibernetice pun în lumină într-un mod specific legătura dintre cantitate şi calitate. S-a putut observa că ele nu au un caracter pur cantitativ : existenţa unor canale eferente şi aferente pentru informaţie, a unor „centri" de prelucrare a informaţiilor şi de elaborare a comenzilor sînt principii *calitative* de organizare a sistemelor eficiente.

5. Dacă circulaţia recurentă a informaţiei este în adevăr o condiţie *sine qua non* a acţiunii eficace într-un mediu variabil, cibernetica nu poate fi limitată la studiul reţetelor pentru asigurarea eficacităţii acţiunii umane, cum propunea Couffignal.

CIBERNETICA ŞI MODELAREA PROCESELOR BIOLOGICE

Cibernetica, realizînd maşini care efectuează operaţii pe care le considerăm a fi proprii gîndirii, a readus în discuţie problema mimării, imitării în laborator cu mijloace artificiale (şi în special electronice) a proceselor biologice naturale. Problema realizării unor astfel de „modele" are un mare interes metodologic. Ea constituie o extindere în biologie a unor metode de lucru inginereşti. Pentru cei care nu dispun de suficiente cunoştinţe în acest sector, este necesară o lămurire a valorii „modelelor" în tehnica propriu-zisă.

Un inginer proiectant poate calcula unele comportări ale construcţiei sale viitoare : de pildă, poate calcula rezistenţa sau echilibrul unei clădiri (probleme de statică etc.). Pentru unele tipuri de construcţii, calculul amănunţit nu este posibil : este cazul unor sisteme dinamice complicate, al unor sisteme descrise prin expresii matematice complicate. În aceste împrejurări, el poate construi un „model“ absolut identic ca alcătuire cu sistemul proiectat, de obicei mai mic ca dimensiuni, căruia îi studiază comportarea în laborator. Metoda se aplică, de pildă, unor construcţii hidrotehnice sau pentru precizarea profilului optim al unor aripi de avion. Metoda este experimentală, dar are o pecete specială : se experimentează pe un model *similar*, iar similitudinea este asigurată teoretic (de exemplu, vitezele şi densităţile nu sînt micşorate în aceeaşi proporţie cu mărimile lineare, ci după valoarea lor dimensională). În felul acesta, se verifică justeţea principiilor alese ca fundament al construcţiei, se pot urmări efectele pe care le are variaţia unor parametri ai sistemului şi intervenţia unor influenţe perturbatoare, se pot cerceta, în general, o serie de efecte necalculabile sau greu calculabile. Această modelare este o modelare similară fidelă. Există însă şi o altă posibilitate de modelare, şi anume modelarea analogică. Construim un sistem a cărui descriere matematică foloseşte aceleaşi relaţii analitice (de exemplu, aceleaşi ecuaţii diferenţiale). Prin măsurători efectuate asupra sistemului-model se găsesc soluţii aplicabile sistemului modelat. În modelarea analogică, natura fizică a fenomenelor din model poate fi diferită de cea din sistemul modelat. Să ne reamintim de cele spuse despre teoria oscilaţiilor : oscilaţii armonice sînt şi cele din resortul care a fost întins, şi cele din mişcarea unui pendul, şi cele din torsiunea unui fir, şi cele din circuitul oscilant al electrodinamicii clasice. Fiecare din aceste sisteme fizice poate sluji în studiul oscilaţiilor armonice ; fiecare din ele poate folosi, aşadar, în studiul unor aspecte ale fenomenelor prezentate de către celelalte. Vom mai da un exemplu. În fizica matematică joacă un rol important aşa-numita ecuaţie a lui Laplace. Ea se aplică, între altele, cîmpului electrostatic, cîmpului unui curent electric staţionar, mişcării irotaţionale a unui fluid etc. Putem studia una dintre aceste realităţi fizice prin mijlocirea celorlalte. Să mai observăm că putem rezolva şi anumite probleme matematice — putem găsi soluţii numerice ale unor ecuaţii — pe baza modelelor fizice care „întruchipează“ aceste ecuaţii. Ecuaţiile fizicii matematice sînt relaţii cantitative de mare generalitate, care capătă însă *specificări* în cazurile particulare, adeseori conform cu forma de mişcare a materiei respective.

În lumina celor expuse mai sus, putem examina critic tendinţele şi rezultatele „modelării“ în fiziologie şi în alte domenii ale biologiei. Putem încerca o definiţie a modelării. Vom spune că modelarea proceselor biologice reprezintă un grup de metode înrudite care, alături și în colaborare cu inducția experimentală și cu deducția, permit adîncirea cunoștințelor privitoare la fenomenele vieții și la dobîndirea unor noi perspective asupra lor.

Trebuie să menționăm că termenul de „modelare“ nu este folosit, în literatura științifică, într-unul și același sens [1]. Un „model matematic“ al unui proces fiziologic înseamnă o schemă ipotetică simplificată, care poate fi tratată cu ajutorul calculului : el se prezintă, de obicei, sub forma unui sistem de ecuații diferențiale. Un „model“ al contracției musculare se poate realiza folosind nu fibrele musculare ca atare, ci substanțele organice contractile extrase din ele și cercetate în anumite condiții fizico-chimice.

O categorie specială de „modele“ sînt automatele care imită acțiuni sau comportări ale animalelor. Din punct de vedere istoric ele apar în legătură cu dezvoltarea mecanicii. Cu patru secole înainte de era noastră, Arhitas ar fi făcut o pasăre de lemn care putea să zboare. În evul mediu, Albert cel Mare avea un automat în chip de om, un „android“, care deschidea ușa camerei sale. Vaucanson a confecționat în secolul al XVII-lea un flautist și o rață mecanică, iar mai tîrziu ceasornicarii Peter și Andreus Droz au realizat un copist mecanic. După cum știm, aceste automate au fost un motiv de inspirație pentru numeroși literați. O cotitură în problema confecționării modelelor mecanice ale mișcărilor animalelor a fost marcată de către lucrările lui Cebîșev, care a elaborat o importantă teorie matematică a mecanismelor.

Totuși, în intenția sau în realizările modelatorilor în biologie există elemente comune. Modelele sînt, în toate cazurile, schematizări, construcții abstracte sau fizice mai simple decît fenomenele pe care le modelează. Prin schematizarea efectuată s-a căutat să se pună în lumină un aspect deosebit, caracteristic sau esențial, neglijîndu-se pentru moment alte aspecte din complexitatea animalelor.

Modelările se pot clasifica însă după principiile și după valoarea lor metodologică. Modelele matematice permit analiza diferitelor particularități ale desfășurării fenomenelor și stabilirea relațiilor între laturile lor cantitative. Modelele fizice se pot întrebuința în scopuri diverse. Unele, cele mai puține, sînt realizate după principiul mașinilor analoge, concretizînd într-un material mai ușor de cercetat și într-o altă formă de mișcare a materiei relații cantitative bine cunoscute, care stau la baza fenomenului. Ele permit experimentări şi măsurători mai comode decît sistemul fiziologic real. Altele concretizează într-un altfel de material şi într-o altfel de formă de mişcare a materiei, relaţii cantitative care traduc matematic o anumită ipoteză despre desfăşurarea fenomenului ; studiul modelelor poate ajuta astfel la confirmarea, la infirmarea sau la perfecţionarea unei ipoteze. Altele — şi cele mai multe — urmăresc numai simularea unor procese, realizarea unor performanţe comparabile cu cele observate la organismele vii. Căile pe care se ajunge la aceste performanţe diferă, desigur, în model şi în organismele vii : caracterele fizice ale energiei puse în joc, principiile geometrice ale construcţiei, de obicei şi schema conexională, funcţională a elementelor active nu sînt aceleaşi. Totuşi, şi asemenea automate au o importanţă teoretică şi filozofică.

---

[1] Cf. I. T. Frolov. „Probleme de filozofie“, 1961, nr. 2, p. 45.

În istoria modernă a modelării proceselor fiziologice se înscriu unele contribuţii valoroase ale cercetătorilor sovietici. Lebedinski şi Mihelson (1947) au studiat proprietăţile elastice ale muşchilor scheletici şi influenţa inervaţiei asupra lor folosind un circuit electric oscilant. Djanelidze (1946) a cercetat procesul de conducere a impulsurilor de excitaţie în nervul optic tot pe un model electric. Guleaev, încă din 1944, a studiat fenomenele ritmice în nervi şi în muşchi pe modele electrice care produceau oscilaţii de relaxare [1].

După cum am mai spus, în centrul preocupărilor biologilor au stat, succesiv sau alternativ, aspectele de alcătuire şi de configuraţie exterioară, aspectele energetice şi cele de reglare şi control. Celor trei „puncte de vedere“ le corespund diferite categorii de modele ale proceselor biologice : analogiile făcute între organismele vii şi maşini au pus, succesiv sau alternativ, accente corespunzătoare. Cea mai concretă analogie priveşte aspectul exterior, de suprafaţă, comportarea mecanică. Pentru şcoala iatro-fizicii din secolele XVII—XVIII, în organism se întîlneau scripeţi, pîrghii, ciururi, resorturi, retorte, pistoane, foale, tuburi, pompe. Descartes foloseşte, în teoria sa a reflexelor, analogii optice (noţiunea de reflectare) şi hidrodinamice (compararea căilor nervoase cu tuburile de orgă). Relaţiile spaţiale sînt considerate esenţiale, fapt care trădează de altfel, spiritul său de geometru. Pentru mecanicismul secolului al XIX-lea, cînd maşinile industriale aveau drept scop principal transformarea unei forme de energie în alta, analogiile se referă la maşinile de acest tip. Ele au un caracter mai abstract. Dar în cîmpul tehnicii nu se găsesc cu uşurinţă maşini analoge pentru „toate situaţiile“ din organism; organismul nu funcţionează ca o maşină termică, formele şi transformările de energie folosite de celule nu sînt răspîndite în industrie. De aceea, în cîmpul energeticii biologice cele mai valabile modele au rămas modelele pur matematice. Multiplele întrebuinţări ale energiei electrice au deschis noi perspective modelării, montajele electrice fiind mai suple şi permiţînd o mare varietate de combinaţii. Pe de altă parte, energia electrică este una dintre manifestările ubicuitare ale activităţii celulare. În ultimele decenii, problemele ridicate de automatizare şi de reglajul automat au îndreptat atenţia asupra modelărilor cibernetice. Analogia este căutată în schema funcţională a montajului şi accentul se pune pe circulaţia şi prelucrarea de informaţie. Dispozitivele electronice au oferit elementele tehnice adecvate pentru realizarea acestor modele. Fără a atribui clasificării noastre o altă valoare decît cea de orientare într-un material complex ca înfăţişare, vom distinge printre modelele sau analogiile de interes cibernetic, succesiv : automatele ; aparatele care servesc în primul rînd la prelucrarea informaţiei ; dispozitivele destinate în primul rînd la modelarea interacţiunilor elementelor sau interacţiunilor cu mediul.

---

[1] Cf. V. D. Moiseev, *Voprosî kibernetiki v biologhii i mediţine*, Medghiz, Moscova, 1960.

Automatele au fost considerate de către Descartes ca analoge ale organismelor vii. Descartes a comparat organismul animal cu un orologiu în care natura şi dispoziţia pieselor realizează efecte anumite, specifice, pe baza unui consum continuu de energie mecanică potenţială. Viziunea lui Descartes a fost extinsă la om de către Lamettrie, în celebra sa lucrare *Omul-maşină*. În această concepţie, analogia viza două aspecte : a) deducerea funcţionării din natura şi conexiunea părţilor ; b) caracterul strict determinat şi strict material al procesului. Limitele analogiilor sînt uşor de identificat. Asemenea automate au o funcţionare stereotipă, rigidă (deşi acest caracter este atenuat în maşinile cu programare multiplă). Ele nu pot funcţiona decît în condiţii bine determinate. În general, sistemele de comandă sau de reglaj simple, necontrolate pot funcţiona numai în situaţiile în care efectul perturbărilor este neglijabil, iar condiţiile de funcţionare nu se schimbă. Pînă în ultimele decenii, în interpretarea cauzală a fenomenelor fiziologice nu era clar sau nu se dădea importanţă faptului că sistemele fiziologice sînt sisteme cu reacţie, cu conexiune inversă, cu buclă închisă. Este unul dintre meritele ciberneticienilor, inclusiv al lui N. Wiener, de a fi subliniat faptul că principiul legăturilor inverse *(feed back)* constituie o importantă bază a analogiilor dintre organisme şi unele maşini moderne. Importanţa principiului este deosebită în sistemele cauzale complexe, în lanţurile cauzale lungi, unde intervenţia perturbaţiilor se face mai uşor simţită. Existenţa căii de reacţie este indispensabilă, în particular, dispozitivelor în care se cere menţinerea constantă a unor mărimi de ieşire. Deoarece organele şi ţesuturile, pentru ca să funcţioneze, au nevoie de menţinerea unor parametri constanţi ai mediului interior, de „homeostazie“, s-a ajuns să se vadă în termostat un model al organismului mai adecvat decît orologiul. Această linie de modelare a dus, între altele, la realizarea homeostatului lui W. Ross Ashby, dotat cu deosebite capacităţi de autoreglare. Proiectarea şi construcţia sistemelor adaptabile, capabile să găsească soluţia cea mai potrivită pentru cazurile în care nu numai mărimile de intrare, dar şi parametrii sistemului, variază, poate fi amintită în aceeaşi ordine de idei. După cum ştim, ele includ ca o componentă esenţială maşini-calculatoare de care ne vom ocupa mai departe.

Maşinile care urmăresc, ca destinaţie specială, *înmagazinarea sau prelucrarea informaţiei primite* efectuează operaţii logico-matematice. În aceste maşini de calculat s-a căutat să se găsească modele ale creierului. Lor le vom consacra capitolul următor al expunerii noastre.

O valoare experimentală interesantă o au modelele în care se cercetează *interacţiunea complexă a „celulelor funcţionale“ care au anumite proprietăţi logico-matematice date.* Deşi teoretic fiecare celulă funcţională are o comportare perfect determinată, traductibilă în ecuaţii matematice, tratarea matematică a interacţiunii e infinit mai complexă decît analiza lor experimentală, în modelul electronic respectiv. Pentru modelare se pot folosi maşini-electronice de calculat. Cităm, după Moiseev, rezultatele modelării activităţii cerebrale efectuate pe maşina automată cifrică IBM—701 în S.U.A. Modelul reţelei neuronice se compune din neuroni convenţionali ; construirea ei s-a bazat pe teoria lui Gebb-Milner, care explică funcţionarea şi comportarea creierului din punctul de vedere al statisticii matematice. S-a cercetat felul în care se prezintă semnalele de ieşire ale reţelei compuse dintr-un număr mare de neuroni cu legături întîmplătoare şi cu praguri alese în mod arbitrar, atunci cînd la intrarea lui se aplică anumite semnale regulate (coduri). Modelul trebuia să lămurească în ce măsură sistematizarea semnalelor de ieşire depinde de legea numerelor mari. Curba înregistrată, care reprezenta rezultatele activităţii elementelor, aminteşte curba electroencefalogramei. În aceeaşi ordine de idei menţionăm că Farley şi Clark au realizat un sistem cu autoreglare, punînd în evidenţă îmbunătăţirea rezultatelor sub influenţa repetării multiple a experimentului şi capacitatea de a compensa pierderile arbitrare pînă la 10% din elemente. Şi aci era vorba de reţele întîmplătoare cu multe elemente.

Goldacre şi Bean (1960) au construit un dispozitiv electronic pentru modelarea unor procese care se petrec în cursul dezvoltării embrionare[1]. Modelul constă dintr-un număr de „celule“ artificiale (alcătuite din circuite cu rezistenţe, capacităţi, tuburi şi relee) care se pot inhiba şi stimula reciproc prin conexiuni de un anumit fel. Dezvoltarea embrionului implică procese de comunicare şi de control între celulele organismului ; în masa de celule apare o polarizare a creşterii şi diferenţierii, un „gradient“ morfogenetic ; omogenitatea iniţială face loc unei asimetrii şi eterogeneităţii. Totodată există „autoreglare“, deoarece, dintr-o singură celulă primordială (blastomer), se poate obţine un embrion întreg şi deoarece micile defecte de substanţă şi micile leziuni se pot corecta. Autorii citaţi au experimentat rezultatul conectării în diferite feluri a „celulelor“. Sosirea unui puls (indicată prin aprinderea unui bec) duce, după o întîrziere, la incitarea altei „celule“. Dacă celulele sînt conectate circular, pulsul circulă indefinit. Dacă alături de conectarea circulară se face şi o conectare încrucişată, se întîmplă ca lampa unei celule să înceapă să pulseze, în timp ce altele rămîn stinse ; este un efect de asimetrie, respectiv de polaritate, rezultat din conectarea simetrică a unor unităţi identice. Un efect analog se obţine şi în alt aranjament, circular, dar cu posibilitatea de circulaţie a pulsurilor în ambele sensuri. Raţiunea asimetriei este următoarea : prima celulă care pulsează încarcă condensatorul altor celule, care astfel nu mai pot pulsa. Dacă celula pulsantă este exclusă din circuit, *alta* începe să pulseze, ceea ce arată că axa polarităţii poate fi deplasată. Autorii găsesc aici o analogie cu un fenomen de fiziologie cerebrală : imposibilitatea de a suprima memoria, rezecînd din creier. Dacă numărul celulelor e suficient de mare, găsim homeostazie şi diferenţe bruşte (discrete şi nu continue) în comportarea celulelor alăturate.

Ultimul grup de modele pe care-l cităm priveşte *dispozitivele care imită sau simulează anumite reacţii ale fiinţelor vii* faţă de excitaţiile mediului. În această categorie sînt înglobate evident maşinile care folosesc corelatoare, diferitele „animale electronice“ cum sînt broaştele ţestoase, căţeii, veveriţele, ca şi şoarecii electronici care caută o anumită „slănină“ printr-un labirint. Performanţele realizate de aceste maşini sînt impresionante. „Broasca ţestoasă" (Grey Walter) explorează mediul înconjurător, are un fototropism pozitiv, caută însă o condiţie optimă de lumină ; dacă se ciocneşte de un obiect în timp ce se apropie de sursa luminoasă, fuge temporar de lumină ; merge singură să-şi încarce acumulatoarele la o priză. Cel mai complex dintre aceste dispozitive este şoarecele cu labirint (Shannon) ; montajul include un creier electronic prevăzut cu numeroase relee. Svoboda a propus o maşină care detectează sectoarele perturbatoare din mediu şi învaţă să le evite [1]. În general, asemenea modele sînt doar nişte jucării perfecţionate. După cunoştinţa noastră, cea mai complexă modelare a comportamentului se datoreşte lui Sauvan (1959). Autorul francez a realizat un model electronic S4 caracterizat printr-o mare variabilitate de reacţii. O aceeaşi informaţie poate da naştere aici la comportamente diferite, iar informaţii diferite pot duce la comportări similare. Informaţiile, sub formă de cartele perforate, pot fi acceptate sau respinse ; cînd sînt acceptate, pot determina fie o stare staţionară, fie cicluri de acţiuni, fie modificări aperiodice fără noimă (analoge celor „iraţionale"). Aparatul fiind repus la zero, aceeaşi secvenţă de cartele determină aceeaşi secvenţă de comportări, fără să fie vorba de o memorizare ; prin aceste caractere (producerea de *tabula rasa,* reiterarea unei secvenţe identice), aparatul diferă net de sistemele biologice. Dar, prin altele, el se apropie de acestea din urmă destul de mult. După părerea autorului, rezultatul este analog cu unele comportamente instinctive. Aparatul este „pseudoprogramat", un sistem „metastabil cu remaniere tehnologică internă", un sistem „epigenetic", din cauza transformării continue a modului de răspuns [2].

---

[1] R. J. Goldacre a. A. D. Bean, „Nature“, 1960, vol. 186, nr. 4721, p. 294.

Ce valoare putem da analogiilor tehnico-fiziologice şi performanţelor modelelor noastre ? Este interesant să amintim că şi pentru unii întemeietori ai fiziologiei moderne, astfel de analogii erau sugestive. În aceeaşi perioadă istorică în care I. P. Pavlov descoperea şi studia principiul legăturii temporare în activitatea nervoasă superioară, în tehnica telecomunicaţiilor îşi găseau primele aplicaţii legăturile prin relee. În 1909, I. P. Pavlov compara activitatea creierului cu funcţionarea unei centrale telefonice automate (citat după I. P. Frolov [3]. Dar, deocamdată, ceea ce putem modela din fiziologie este foarte puţin în raport cu marea complexitate a dispozitivelor biologice. Deşi tuburile electronice, transistorii etc. oferă mari posibilităţi modelării, pînă astăzi tehnica nu a folosit decît materiale care nu pot fi comparate nici pe departe cu bogăţia de posibilităţi funcţionale ale materialelor biologice, şi îndeosebi ale proteinelor şi ale acizilor nucleici. Tot ce a putut să facă tehnica a fost să realizeze procedee şi comportări asemănătoare cu cîte un *singur* aspect al manifestărilor lumii organice.

---

[1] A. Svoboda, în *2-ème Congr. internat. cybernétique,* p. 866.

[2] J. Sauvan, în *2-ème Congr. internat. cybernétique,* p. 219 şi 795 şi în Presse méd., 1959, vol. 67, p. 1023.

[3] I. P. Frolov, în *Dialectica marxistă şi ştiinţele moderne,* p. 192.

Performanţele modelelor nu trebuie nici supraestimate, nici subestimate. Aceste performanţe sînt, în orice caz, un argument puternic pentru caracterul material al proceselor imitate. Valoarea lor de argumentare poate fi comparată cu cea adusă de sinteza substanţelor organice, în polemica dusă împotriva vitalismului de către chimiştii progresişti ai secolului al XIX-lea. Zborul avionului nu este decît un model grosolan al zborului păsărilor şi insectelor, dar arată că zborul prin propriile forţe nu are o esenţă extramaterială.

Pentru fiziologi, performanţele modelelor reprezintă un izvor de optimism în cercetare. Modelul mecanicist al animalului elaborat de Descartes a dat un impuls deosebit dezvoltării fiziologiei în secolele XVII—XVIII. Modelele elaborate conform unor ipoteze fiziologice deschid fiziologului noi sectoare de cercetare şi un alt orizont de experimentare : experimentarea pe modele. Fiziologul trebuie să aibă însă mereu în minte ideea că acelaşi rezultat poate fi atins cu ajutorul a *diferite* mecanisme ; aşadar, o performanţă a modelului nu înseamnă neapărat identificarea modului în care procedează organismul viu particular, studiat pe model. Pentru *modelare,* există perspective însemnate în sectoarele în care se cer rezolvate probleme de mecanism.

Pentru cel care foloseşte modelarea cibernetică nu este vorba de identificarea între sistemul modelat şi sistemul modelant, ci de analiza unor principii funcţionale abstracte. Se impune astfel o tratare mai elaborată a problemei specificului calitativ : specificul calitativ nu este dat numai de forma de mişcare a materiei în joc, ci şi de structura internă a sistemului sau de schema funcţională. Problematica unei maşini cibernetice nu poate fi redusă la problematica formei de mişcare fizică a materiei.

Care sînt riscurile manipulării necritice a modelării ? Riscul principal derivă din riscurile folosirii analogiei: acordăm o importanţă exagerată la ceea ce e *comun,* trecem pe planul al doilea ceea ce este *specific.* În analiza sistemelor biologice, există primejdia alunecării în mecanicism. Noi ştim că un obiect trebuie caracterizat prin unitatea diferitelor sale aspecte, a formei şi a conţinutului, a structurii ca şi a elementelor structuralizate. Organismele sînt structuri *sui generis* care se bazează în ultimă esenţă pe proprietăţile remarcabile ale nucleoproteinelor şi, în primul rînd, pe proprietatea de a realiza metabolismul. Aceste proprietăţi au constituit premisa apariţiei, reproducerii şi dezvoltării lor şi a diferenţierii (în cursul experienţei de sute de milioane de ani din filogeneză) a anumitor organe, printre care şi cele specializate pentru reflectarea lumii obiective. O nouă categorie de legi — legile lumii organice — au apărut în univers ca expresie a specificului calitativ al acestor sisteme.

MAŞINILE CIBERNETICE ŞI CREIERUL UMAN

Analogia dintre maşină şi organisme, ca şi analogia dintre maşini şi organe, a fost readusă în discuţie de cibernetică pornind de la analogia dintre unele maşini cibernetice şi creierul uman. Într-adevăr, maşinile cibernetice afectate „automaticii intelectuale“ înlocuiesc în parte munca intelectuală, amplifică unele posibilităţi ale creierului, rezolvă probleme specifice de resortul fiziologiei cerebrale umane. Identitatea de rezultat nu înseamnă însă, propriu-zis, o modelare. Principiile funcţionale nu sînt decît parţial identice în creier şi în maşinile de calcul. Creierul nu este un dispozitiv similar maşinilor digitale, ci include atît principiul de funcţionare al acestora, cît şi principiul de funcţionare al maşinilor analoge. Se poate spune că, în general, cibernetica se mulţumeşte cu maşini care, dacă nu imită creierul, pot face faţă aceloraşi probleme. De fapt multe din principiile funcţionale cerebrale ne sînt foarte puţin cunoscute. O tentativă de abordare a acestora o reprezintă schema logico-matematică a reţelelor neuronale elaborată de Mc Culloch şi Pitts (1947). În acest model — matematic şi nu tehnic — se consideră neuroni convenţionali, simplificaţi ca reactivitate şi din punctul de vedere al conexiunilor lor. Modelul dă o explicaţie transformării structurilor temporale de evenimente în structuri spaţiale şi invers. O altă tentativă de abordare prin modelare a principiilor funcţionale cerebrale o reprezintă realizarea tehnică a corelatoarelor automate.

Corelatoarele automate sînt, în general, modele electrice care simulează reflexele condiţionate. Se ştie că reflexele condiţionate constituie elementele de bază ale activităţii nervoase superioare. Ele sînt expresia, pe planul comportării, a stabilirii unei legături temporare între doi centri nervoşi şi sînt corespondentul fiziologic al procesului psihologic de asociaţie. Dacă excitantul A, care produce acţiunea B, a fost asociat de repetate ori cu excitantul C, ajunge ca să apară C pentru ca să se producă acelaşi efect B. În felul acesta se dobîndesc noi conexiuni cauzale, care sînt caracteristice pentru experienţa individuală a animalului ; excitantul C devine un semnalizator al excitantului A şi produce, ca o anticipare defensivă sau de echilibrare, efectul C. Dacă C (excitantul condiţionat) se repetă fără a fi însoţit de A (excitantul necondiţionat), capacitatea de a declanşa efectul B se pierde treptat: reflexul se „stinge" printr-un proces de inhibiţie. El reapare mai uşor în condiţii potrivite, ca şi cum calea dintre elementele cerebrale corespunzătoare lui A şi C ar fi fost bătătorită.

Grey Walter a creat un corelator automat denumit CORA, care prezenta astfel de modele de „reflexe". El era prezentat sub forma unui circuit electronic căruia i se aplicau două semnale de intrare A şi C şi care producea un răspuns specific B. Caracteristic pentru acest dispozitiv era faptul că reflexul se uita : dacă aparatul era lăsat neexcitat un timp, reflexul dispărea de la sine, ceea ce este diferit de fenomenul fiziologic. În 1956, la Namur, s-a prezentat un sistem mai perfecţionat, sub forma „broaştei ţestoase electronice". Dacă atunci cînd broasca se lovea de un obstacol, care o obliga să-şi schimbe direcţia de mişcare, se fluiera, după cîteva asociaţii broasca cotea chiar la recepţionarea fluieratului. După cum a arătat Edmond Nicolau, un corelator automat se poate realiza în mod simplu după schema-bloc următoare. Există un circuit m-M, un circuit n-N şi o cale de coincidenţă ; calea de coincidenţă se deschide la aplicarea simultană repetată a lui m şi n. În 1957, Nicolau, Popovici şi G. Popescu au publicat schemele de principiu şi de detalii a trei corelatoare automate cu diverse grade de perfecţionare. Evident că aceste dispozitive pot prezenta diferite aspecte exterioare, de pildă forma unui „căţel" artificial care face „reflexe condiţiionate salivare". Soluţii teoretice şi tehnice apropiate de cele amintite au fost propuse şi de alţi autori (Kohler, 1961). Astfel, după o primă etapă în care maşinile cibernetice erau asemănate cu creierul din pricina problemelor pe care le rezolvau, a rezultatelor acţiunii lor, a „specificului" (logico-matematic) al „muncii" lor, cibernetica a luat în studiu proiectarea unor maşini care să mimeze *funcţional* o caracteristică importantă a creierului : proprietatea de a „învăţa". Maşina lui Svoboda (model al unui „instinct de conservare" care ajunge să ocolească zonele care-i perturbă funcţionarea), „perceptronul" lui Rosenblatt (1958) fac parte din această categorie. Steinbuch a expus teoria aşa-numitei „matrici de învăţare", care poate fi realizată fizic cu ajutorul unor înmagazinatori structurali cum sînt inelele feromagnetice sau transfluxorii sau cu ajutorul unor reacţii electrochimice [1].

Progresele realizate în „automatica intelectuală“ şi în construcţia sistemelor adaptabile sînt mari, ceea ce impune trasarea repetată a altor „frontiere“ între sistemele vii şi maşină.

Cibernetica nu a putut pune într-o lumină nouă analogia dintre maşină şi sistemele vii fără a opera o transformare adîncă a concepţiilor noastre despre maşini (Lemaire). În maşinile secolului al XIX-lea, elementele componente erau legate între ele într-un mod rigid, ele erau antrenate într-o mişcare oarbă şi cu o direcţie ireversibilă. În maşinile automate cu *feed back*, alta este relaţia dintre elementele componente, ordinea cauzelor şi efectelor nu este univocă, funcţionarea este mai suplă ; se poate vorbi, pînă la un punct, de „comportarea maşinii“. Lumea maşinilor, din ce în ce mai variată, ne impune o operaţie de sistematică, o clasificare analogă celei efectuate în lumea minerală, vegetală sau animală. Albarella (1958) defineşte astfel maşinile cibernetice : ele sînt cele care acţionează într-un ansamblu apt să reunească, să folosească şi să furnizeze informaţii ; ele pot să coreleze două puncte dintr-un univers printr-un procedeu de transfer de informaţie. Telefonul este o maşină cibernetică foarte simplă : *maşina-vector,* care transferă informaţii fără să le prelucreze [2]. Cea mai complicată maşină cibernetică este *maşina autogonă,* capabilă să-şi constituiască singură şi programul (pentru rezolvarea unor probleme date). Astfel, o „nouă atitudine mintală“ în faţa maşinilor ni se pare a fi condiţia preliminară pentru abordarea fără prejudecăţi a problemei analogiei lor cu sistemele vii.

Este relativ uşor să se stabilească deosebirile dintre principiile activităţii creierului şi principiile pe care se bazează maşinile *actuale* de calculat. Ele nu se rezumă, cum au afirmat unii ciberneticieni, la diferenţa dintre numărul elementelor funcţionale componente (cîteva mii la maşini, cîteva miliarde la creier). Este improbabil ca prin simpla creştere a numărului acestor elemente să se realizeze un „salt calitativ“ spre o activitate analogă celei nervoase superioare ; modelarea adecvată implică adoptarea unor principii arhitectonice, de structuralizare funcţională a elementelor, mult mai complicate. „Saltul calitativ“ este aici o problemă de configuraţie şi de conexiuni. Nu este imposibil ca, în viitor, cibernetica să construiască tipuri de maşini care să se inspire din ce în ce mai adînc din progresele continue ale fiziologiei cerebrale. Se pot stabili însă şi unele diferenţe fundamentale între creier şi *orice* maşină, care ţin de dirijarea activităţii creierului de către cerinţele biologice ale organismului, de motivarea socială a comportării, de dependenţa „ciberneticii“ cerebrale faţă de metabolism etc.*.

---

[1] K. Steinbuch, „Kybernetik“, 1961, vol. 1, nr. 1, p. 36.

[2] G. Albarella, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 152.

Unul dintre efectele „intelectuale“ cele mai profunde ale dezvoltării ciberneticii a fost cel de a ne arăta că activităţi pe care le atribuim prin tradiţie exclusiv materiei vii pot fi regăsite la maşinile automate. Numărul acestor activităţi şi proprietăţi creşte pe măsură ce se dezvoltă cibernetica tehnică. Este normal de aceea ca numeroase noţiuni în cauză (ca cele de inteligenţă, finalitate, liber arbitru, voinţă etc.) să fie *reexaminate* în lumina aporturilor tehnice şi teoretice ale ciberneticii. Această reexaminare interesează nu numai concepte biologice şi psihologice, dar şi noţiuni care prezintă interes pentru discipline normative : etică, politică, teoria valorilor, estetică etc. Am subliniat dinadins cuvîntul *„reexaminate“*, pentru a lua atitudine împotriva vulgarizărilor (spectaculoase de altfel), care s-au grăbit să atribuie maşinilor calităţi a căror definiţie ştiinţifică este clară în psihologie, implicînd note specific umane care nu pot fi neglijate. Este de presupus — credem noi — că, după această reexaminare, vom ajunge să deosebim mai bine ceea ce este *caracteristic* unui organism sau activităţii mintale de ceea ce este *specific*. Există caracteristici (particularităţi de sistem) comune organismelor vii şi anumitor tipuri de maşini, cibernetice sau nu ; există elemente proprii numai formei biologice de mişcare a materiei şi altele proprii numai omului.

Este neştiinţific să spunem că maşinile electronice actuale „gîndesc“ sau că ele produc „gîndire artificială“. Afirmaţia nu poate fi calificată, totuşi, drept idealistă, deoarece ea nu se bazează pe premisa că gîndirea ar exista în afara materiei şi independent de ea (Borşcev, Rohlin şi Ilin, 1960) [1]. Este ştiinţific să spunem că ele execută operaţii logico-matematice şi de memorizare. Caracteristică acestor operaţii este desfăşurarea lor tipică, după un anumit program. Problemele sînt rezolvate după reţete uniforme, după algoritmi. În aceasta constă limitarea posibilităţilor maşinii : se ştie astăzi (prin demonstraţii matematice) că există (sau pot exista) probleme pentru a căror rezolvare nu se pot construi algoritmi. Modul de execuţie a acestor operaţii a provocat oarecare nedumerire în legătură cu întrebarea : maşinile sînt „superioare“ sau „inferioare“ intelectului uman ? Am amintit despre rapiditatea extraordinară cu care sînt executate operaţiile matematice. În privinţa posibilităţilor de a efectua operaţii logice, situaţia este foarte interesantă. Couffignal a dezvoltat ideea unei mecanizări a logicii formale, nu numai a logicii noastre obşnuite, ci şi a altor funcţii logice. Maşinile ar putea rezolva astfel nu numai probleme pe care un logician înarmat cu hîrtie şi creion nu le-ar putea rezolva într-o viaţă întreagă — neajungîndu-i timpul —, ci şi probleme de calcul care nu ar putea fi „cuprinse de structura anatomică a creierului nostru“ (Klaus). În principiu, cu ajutorul unor astfel de maşini s-ar putea construi teorii pe care creierul uman, neînarmat cu atare instrumente, nici nu le-ar putea înţelege. Trebuie să precizăm imediat, împreună cu Klaus, că aici nu rezidă nici elemente agnostice nici elemente idealiste. După cum observă acelaşi autor, maşinile cibernetice au dat „a patra lovitură“ mîndriei exagerate a intelectului uman, după descoperirile lui Copernic, Darwin şi Pavlov : ea a dezbrăcat de caracterul lor privilegiat o serie de activităţi ale creierului nostru. La o examinare mai atentă, „complexele de inferioritate“ ale omului care se compară cu maşinile nu sînt însă justificate.

---

* Chiar şi cel mai rudimentar organism este superior maşinilor cibernetice prin faptul că stimulenţii evoluţiei lui, perfecţionarea reacţiilor lui rezidă în înseşi necesităţile formei organice de mişcare a materiei ; ele nu apar ca un scop din afară, străin de el (M. N. Adriuşcenko, 1960).

[1] Cf. „Bul. inf. şt., I.S.R.S., 1961, nr. 3, p. 10.

Care sînt, în definitiv, faptele ? Tehnica a avut întotdeauna drept obiective uşurarea muncii omului şi amplificarea posibilităţilor organelor sale. O macara este mai puternică decît braţul, un microscop sau o lunetă permit examenul optic al unor obiecte care scapă puterii ochiului. Maşinile de calcul clasice, mecanizînd unele operaţii logico-matematice, uşurau munca intelectuală a omului şi, totodată, creşteau randamentul acestei munci. Cibernetica a găsit noi posibilităţi tehnice de a ajuta munca intelectuală a omului. Ele au fost oferite de dezvoltarea electronicii, a fizicii semiconductorilor etc. Aceste noi posibilităţi înseamnă o etapă calitativ superioară în „automatica intelectuală“. Un „creier electronic“ este superior creierului uman aproximativ în acelaşi fel în care o maşină de forţă este superioară musculaturii omului. Superioritatea ei ne apare numai dacă privim lucrurile unilateral. Ea este o superioritate într-o singură privinţă şi o inferioritate în altele, sau în toate celelalte. O maşină, fie ea şi cibernetică, este deseori numai o prelungire a organelor omului şi întotdeauna o unealtă a omului. Superioritatea omului derivă din simplul fapt că el este cel care construieşte unealta. „Gîndirea automată“ nu este o gîndire de sine stătătoare, ci un moment, o latură subordonată gîndirii umane ; maşinile cibernetice, oricît ar fi de „inteligente“, vor rămîne numai un mijloc material al activităţii teoretice umane (Tib. Popoviciu, 1961). Maşina rămîne doar un model al activităţii de calcul logico-formale a omului, ce e drept inaccesibil omului în ceea ce priveşte intensitatea (Andriuşcenko, 1959).

Cercetările ciberneticii continuă cercetările materialiste tradiţionale din biologie. Dar ce înseamnă un succes al punctului de vedere materialist în ştiinţele vieţii ? Materialismul mecanicist a considerat că ţinta cercetărilor ştiinţifice trebuie să fie explicarea proprietăţilor *materiei* vii prin legile materiei *nevii* („inerte“). Cibernetica încearcă să explice unele proprietăţi ale *sistemelor* vii prin organizarea particulară a fluxului de substanţă şi de energie în aceste sisteme şi folosindu-se de analogiile cu proprietăţile sistemelor automate *artificiale*. Este discutabil de aceea dacă un succes al explicaţiilor cibernetice în biologie poate fi caracterizat (cum sugerează Boulanger) ca fiind o explicaţie a proprietăţilor vieţii prin legile *lumii* inerte. În natură, schemele cibernetice nu sînt concretizate pe deplin decît în organismele vii, iar în ordine istorică maşinile automate şi calculatoarele electronice au apărut la sute de milioane de ani după apariţia „sistemelor cibernetice naturale“ care sînt aceste organisme. Pe de altă parte, nu putem şti dacă, foarte curînd, tehnica nu va construi dispozitive mai complexe decît cele mai simple fiinţe vii. Cînd afirmăm că viaţa este o organizare extrem de complexă, că organismele vii sînt sistemele cele mai complexe, ne gîndim la *ordinea naturală* a lucrurilor ; tehnica înseamnă *ordine artificială* şi, totodată, produs indirect al vieţii prin intermediul societăţii.

„O calitate superioară este, în esenţă, şi un *plan de construcţie* superior. În desfăşurarea naturală a proceselor mecanice sau electrice nu apar astfel de planuri de construcţie, de aceea astfel de modele nu sînt o reducere a calităţilor superioare la calităţi inferioare“ [1].

În legătură cu aceste consideraţii, se poate discuta şi capacitatea maşinilor cibernetice de a reflecta realitatea obiectivă. Se ştie că, după V. I. Lenin, capacitatea de reflectare apare abia pe o anumită treaptă de dezvoltare a materiei în mişcare [2]. În maşinile cibernetice avem de-a face cu forme inferioare de mişcare a materiei, dar care se manifestă în sisteme dinamice complexe. Kalmár le caracterizează ca rezultate ale intervenţiei sistematizatoare a creierului (materie ajunsă pe o treaptă foarte înaltă de dezvoltare), exercitată asupra materiei însă nedezvoltată. Noi găsim aci o analogie cu procesul de asimilare, prin care celula transformă materia inertă în materie vie. În această ordine de idei, reamintim părerile lui Valach privind semnalele, informaţia şi construirea „modelelor" de către sisteme : aceste „modele" sînt tocmai rezultatul activităţii de reflectare.

---

[1] G. Klaus, „Dtsch. Zeitschr. für Philosophie“, 1961, nr. 3, p. 344.

[2] A. Polikarow, în *Naturwissenschaft u. Philosophie*, Akad.-Verlag, Berlin, 1960, p. 283.

Cibernetica nu poate concura cu fiziologia şi cu psihologia în furnizarea datelor de care avem nevoie în înţelegerea procesului de *reflectare conştientă.* Dar ea, împreună cu teoria informaţiei, pot fi de un real ajutor acestor discipline [1]. Din perspectiva teoriei informaţiei, reflectarea este un proces de prelucrare a unor semnale : de transpunere a semnalelor lumii exterioare într-un cod de semnale tot mai abstracte şi mai generale, circulînd în interiorul sistemelor. Maşinile cibernetice ne arată diverse moduri în care o informaţie poate fi prelucrată sau memorizată ; ele ne mai arată cum unei operaţii logice îi poate corespunde o anumită interacţiune a elementelor materiale. Pentru înţelegerea codificării însoţite de reţinerea în exclusivitate a ceea ce este esenţial, matematica ne oferă unele sugestii. De exemplu, identificarea unei forme geometrice este o problemă care poate fi rezolvată principial prin calcularea „invariantului de transformare" al figurii. Un cerc este recunoscut ca atare, indiferent de mărime sau poziţie : oricare cerc din planul explorat poate fi adus să coincidă cu un anumit cerc dacă îi aplicăm succesiv translaţii, omotetii etc. Problemei identificării, recunoaşterii formelor şi structurilor *(Gestaltproblem)*, în jurul căreia s-a produs, pe la 1930, o recrudescenţă a interpretărilor idealiste din psihologie, cibernetica i-a dat, pînă astăzi, *mai multe* soluţii materialiste. Să observăm că interpretarea dispozitivelor nervoase prin analogie cu funcţionarea unor maşini de calcul nu înseamnă că atribuim sistemului nervos capabil de recunoaştere şi abstractizare şi capacitatea de a gîndi logic şi matematic ; îi atribuim numai un anumit mod de funcţionare a reţelelor nervoase, care poate fi descris prin simbolica algebrei logice sau a analizei matematice (s-au elaborat astfel teorii logico-matematice privind recunoaşterea formelor de către animale nevertebrate) [2].

Schematizînd la extrem situaţia actuală din această problemă, vom spune următoarele : reflectarea trebuie concepută ca un proces infinit mai complicat decît formarea, prin reflexie, a unei imagini într-o oglindă. La nivelul capătului periferic al analizorilor, semnalele mediului provoacă procese biochimice şi biofizice şi sînt transmise prin nervi sub forma de impulse (o primă codificare). Semnalele, ajunse în reţelele neuronale, recompun „imagini", se resintetizează după elementele şi raporturile esenţiale ale sursei de informaţie din realitate. Această resinteză nu este o reproducere la altă scară a fenomenului din realitate, ci o transpunere specifică (alospecifică), specificitatea depinzînd de structura analizorului şi de structura sursei de informaţie din realitate. Cazul cel mai simplu ar fi cel în care neuronii care funcţionează în analizor ar reproduce aranjamentul spaţial al obiectului văzut. Dar „reflectarea" se poate obţine şi printr-o anumită *ordine* a neuronilor *într-un circuit*. Pentru reflectarea aproximativ fidelă se impune o singură condiţie : izomorfismul între acţiunea obiectului asupra sistemului nervos şi procesele din substratul cerebral al imaginii (Tiuhtin). Există *limitări* ale capacităţii de reflectare, date de structura aparatelor de recepţie şi de analiză. Informaţia este supusă perturbaţiilor întîmplătoare (zgomote) şi erorilor sistematice (distorsiuni) ; Shannon a stabilit matematic care sînt condiţiile necesare reducerii importanţei lor pentru salvarea eficienţei mesajului ; lor le corespunde, pe plan psihofiziologic, o anumită structură a receptorilor şi a căilor nervoase, ca şi verificarea reciprocă a informaţiilor recepţionate prin diferite căi senzoriale. Astfel, este nevoie de excitarea *mai multor* elemente celulare retiniene pentru a se naşte un impuls nervos ; informaţia se transmite cu redondanţă (în cantitate supraabundentă) etc. Pe de altă parte, W. Ross Ashby a stabilit teoreme privitoare la varietatea de răspunsuri (virtuale) cerute de reglarea unui sistem complex şi a arătat că şi capacitatea de înţelegere se poate caracteriza prin varietatea asimilărilor, respectiv prin puterea de selecţie apropriată. De aici apare o anumită limitare a intelectului fiecărei persoane ; însă capacitatea de înţelegere poate fi mult crescută dacă folosim mai multe persoane, cu o „strategie" adecvată a organizării acestui sistem [1]. Se întrevede astfel o analiză cibernetică a rolului factorului social în cunoaşterea umană. O altă problemă este aceea a obţinerii unui rezultat cît mai sigur, folosind elemente nesigure : problema priveşte nu numai organizarea sistemelor fiziologice, ci şi funcţionarea creierului ca organ de reflectare a realităţii ; problema a fost studiată de von Neumann, care a sugerat soluţii ce sînt utilizate în construirea maşinilor de calcul, dar care se întîlnesc şi în natură şi în societate. În sfîrşit, s-au analizat comparativ posibilităţile diferitelor tipuri de reţele (mozaicuri) funcţionale detectoare, cum sînt reţelele celulelor retiniene. Platt deosebeşte mozaicuri în care „adresele“ către care se îndreaptă impulsele elementelor sînt fixate de la început şi altele în care ele se constituie în timpul funcţionării repetate. El arată că ultimele au caracteristici „cvasiumane“ : consumă informaţie în procese de abstractizare, pot „stabili“ analogii, învaţă din experienţă, încorporează memorie funcţională în structura reţelei etc. Procesul de învăţare are însă limitări care rezultă din structura reţelei, din modul în care este impresionată de semnale, din modul în care le prelucrează. După ipoteza autorului, retina ar recunoaşte configuraţiile, funcţionînd ca un „detector nul“. Globul ocular este mişcat continuu (tremor de scrutare) şi astfel se pot deosebi configuraţiile, după existenţa anumitor autocongruenţe în translaţii sau rotaţii. De pildă, o dreaptă este autocongruentă în translaţiile efectuate de-a lungul ei. Această definiţie operaţională a configuraţiei este numită „geometrie funcţională“ [1]. Forma globului ocular este generată de mişcările sale de rotaţie efectuate pentru explorarea sistematică a mediului ; după Platt, aceste operaţii de rotaţie sînt responsabile de „metrica externă euclidiană a spaţiului de percepţie“. Problema limitării capacităţii de cunoaştere senzorială şi intuitivă şi a liberării de aceste limitări cu ajutorul gîndirii abstracte nu a fost totuşi analizată încă suficient, pornind de la contribuţiile ciberneticii. Oricum, astăzi sîntem departe de epoca lui Bacon, care compara unele dintre erorile noastre de gîndire cu imaginea deformată dintr-o oglindă curbă, şi chiar de teoria — inspirată de criticismul kantian — a „hieroglifelor“, la care a subscris H. Helmholtz. Acesta nu şi-a dat seama de legăturile strînse şi dialectice dintre organism şi mediu, cu efect adaptativ şi care asigură izomorfismul reprezentărilor noastre cu realitatea.

---

[1] N. Pîrvu, „Tribuna", 1960, nr. 5, p. 3.

[2] N. S. Sutherland, „Nature", 1960, vol. 186, nr. 4728, p. 840.

---

[1] R. W. Ashby, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 97.

Poate maşina să creeze o *operă de artă ?* La această întrebare s-au dat, după cum se ştie, „răspunsuri concrete“ : maşini cibernetice au fost programate în mod adecvat pentru a construi melodii şi chiar pentru a le orchestra (generatori muzicali). Ilustrativă în acest sens este experienţa făcută cu maşina „Ural“ de către matematicieni sovietici (melodii „uraliene“). Problema a fost pusă însă şi într-un alt mod, care impune o analiză critică severă. Un fizicochimist (Goldacre), realizator al unei maşini electronice suficient de versatile pentru a fi folosită la cercetarea posibilităţii de modelare a mai multor procese de ordin biologic (morfogeneză, fiziologie nervoasă), a fost cel care a căutat să dea răspuns problemei, pornind de la teoria lui Freud asupra psihogenezei operei artistice. În esenţă, după Freud, creaţia artistică este un *catharsis* al unui psihic încărcat, alternativă de manifestare a unei nevroze sau psihoze. Maşina lui Goldacre este o structură dinamică de „celule funcţionale" electronice care interacţionează. În ea se creează „tensiuni" care pot fi coborîte la un nivel inferior prin intrarea în funcţiune a unei alte părţi a maşinii. Se organizează astfel noi circuite, a căror activitate poate fi exteriorizată prin sunete : melodii şi ritmuri. Realizarea acestui model este însă departe de a confirma teoria lui Freud. La o analiză mai atentă se observă că acest model nici nu are legătura ce i s-a atribuit cu „teoria" amintită. Se mai ştie că manifestările oscilatorii şi periodice sînt evoluţii obişnuite a numeroase sisteme care nu se găsesc în echilibru. Rezultate care prezintă analogii formale între ele nu implică o identitate de căi şi mecanisme de ajungere. De aceea, după cum am mai spus, şi performanţele obţinute de maşinile electronice au o valoare limitată pentru interpretarea mecanismelor prin care organismele vii realizează performanţe similare. De altfel, nici performanţe *similare* obţinute de două specii diferite de animale nu implică identitatea de mecanism. *Teoriile* logico-matematice care stau la baza rezolvării diferitelor probleme de resortul automaticii intelectuale nu pot înlocui cercetarea psihologică şi logică asupra procedeelor pe care le foloseşte efectiv mintea umană în rezolvarea lor. Dar, în afară de aceste obiecţii care se referă la posibilitatea de identificare a *căilor de ajungere* la un rezultat, pornind de la asemănarea manifestărilor finale, se impune să nu pierdem din vedere faptul că opera de artă este nu o descărcare de energie, ci o utilizare de energie în scopul reflectării realităţii, elaborării unui mesaj adresat altora. Performanţele obţinute de maşini pot fi asimilate, în cazul cel mai bun, cu arta decorativă. Ele ar putea alcătui, de asemenea, „prefabricate". care să fie folosite de artist ca piese sau cărămizi pentru o lucrare expresivă. În sfîrşit maşinile ar putea fi auxiliare „tehnice" în artă, în sectoare în care s-au stabilit reguli: armonizare, contrapunct. Şi aici cibernetica ne pune în faţa unor probleme noi, care se împletesc cu probleme vechi, reactualizate.

---

[1] J. R. Platt, în *Symp. Inf. Theory in Biology*, Pergamon, Londra, 1958, p. 371.

MEDICINA ŞI CIBERNETICA

În paginile precedente am amintit în repetate rînduri despre interesul cu care priveşte medicina de astăzi preocupările şi realizările ciberneticienilor. Să sistematizăm cîteva din direcţiile în care

---

[1] R. J. Goldacre, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 698.

perspectivele deschise medicinii de către cibernetică sînt foarte promiţătoare.

Una dintre direcţii este cea a *formulărilor, interpretărilor şi explicaţiilor cibernetice*. Această linie de dezvoltare este variat apreciată de către biologi. Unii neagă ciberneticii un rol important şi se ridică împotriva tendinţei de a atribui ciberneticii succese teoretice care au fost dobîndite independent de ea şi numai însuşite (sau valorificate) de ea. Anohin (1958) observă : „În timp ce electronica, mecanica şi, în genere, tehnica construcţiilor de maşini folosesc pe scară largă această nouă orientare a gîndirii ştiinţifice,... stabilirea relaţiilor concrete dintre fiziologie şi cibernetică se desfăşoară deocamdată foarte încet. Pînă în prezent este foarte greu să răspundem la întrebările : a îmbogăţit oare cibernetica gîndirea fiziologică ? A perfecţionat ea oare metodele de cercetare ale fiziologiei şi la ce noi probleme a dus ?... Nu putem indica nici o schimbare mai serioasă a reprezentărilor fiziologice determinate de dezvoltarea ciberneticii ca orientare ştiinţifică“ [1]. Preda (1961) scrie : „Cibernetica nu rezolvă, în realitate, nici o problemă de esenţă a biologiei, ci doar simplifică şi generalizează... Procesele de generalizare efectuate de cibernetică au însă un caracter schematic şi trebuie *întotdeauna verificate* de cercetarea biologică sau psihologică, pentru a le confirma realitatea“ [2]. Totuşi, după cum observă Repciuc (încă în 1957), „cîştigul realizat pînă acum de cibernetica biologică se rezumă la faptul că s-au precizat şi s-au formulat mai adecvat cunoştinţele generale referitoare la mecanismele de homeostază, de reglaj automat al temperaturii, al compoziţiei sîngelui şi alte cîteva cunoştinţe pe care biologia le avea şi fără folosirea ciberneticii. Dar, sub influenţa ciberneticii, aceste cunoştinţe au găsit o exprimare mai precisă şi uneori o expresie cantitativă“ [3]. Noi credem că acest cîştig teoretic este important şi el se poate face simţit în numeroase sectoare. V. Preda recunoaşte că „cibernetica a introdus... în biologie o terminologie nouă (ca, de pildă, termenul de informaţie, program etc.), cu un colorit mai bogat, ceea ce ne permite să depistăm semnificaţii mai profunde ale unor procese, în decursul interpretării biologice“. Un alt folos pe care-l aduce cibernetica, înţeleasă ca *auxiliar* al cercetării biologice şi medicale, este cel de a favoriza introducerea matematicii în analiza şi exprimarea fenomenelor biologice ; este contribuţia sa la transformarea biologiei într-o „ştiinţă exactă". Mai departe, schemele cibernetice şi modelele construite de ea pot constitui preţioase *ipoteze de lucru,* care se cer verificate prin cercetări biologice adecvate.

---

[1] P. K. Anohin, „Probleme de filozofie“, 1957, nr. 4, p. 181.

[2] V. Preda, în „Tribuna“, 1961, nr. 14, p. 8.

[3] V. D. Mîrza, E. Repciuc şi V. Săhleanu, în „Contemporanul“, 1957, nr. 25, p. 7.

Dar, în afara acestor contribuţii de ordin metodologic, ni se pare foarte important „punctul de vedere" propriu ciberneticii, care, după cum am arătat, coincide cu tendinţa evolutivă a medicinii de astăzi : cel de a pune accentul pe comunicaţie, pe reglare şi pe control. Medicul din cea de-a doua jumătate a secolului al XX-lea priveşte altfel decît medicii din generaţiile anterioare leziunile, simptomele, ca şi relaţiile dintre leziuni şi simptome.

Accidentele cardiovasculare erau atribuite, din punctul de vedere care punea accentul pe substanţă (al „plasticii"), arteriosclerozei ; din punctul de vedere al energeticii, erau atribuite hipertoniei arteriale ; din punctul de vedere al ciberneticii, hipertensiunea însăşi este rezultatul unui dezechilibru neuroendocrin, iar accidentul apare prin spasm, deci prin tulburare de reglare. Putem obţine hipertensiune alterînd automatica reglării tensionale (denervare sinocarotidiană) sau centrii nervoşi de control (nevroză), dar şi supraîncărcînd organismul pînă la depăşirea posibilităţilor sale regulative. *Nevroza reduce capacitatea reglatoare şi adaptativă a organismului.* „Nevroza" este nu numai o boală la ordinea zilei, ci şi un concept fecund, care reformează întreaga patologie. Pentru „nevroză" nu mai sîntem obligaţi să căutăm un substrat morfologic lezional ; nici „leziunea biochimică" nu ne este suficientă pentru a-i descifra patogenia ; ea nu este în primul rînd o tulburare de metabolism şi de energetică, ci una de *interacţiune* a centrilor nervoşi sau etajelor nervoase. Deficienţe metabolice sau leziuni anatomice localizate pot contribui la acest „dezechilibru dinamic" ; dar el nu se explică prin schema anatomică a sistemului nervos, ci prin schema sa funcţională şi prin caracteristicile dinamice ale pieselor constitutive. Electroencefalograful este aici mai util decît analiza biochimică sau decît microscopul. Tulburările psihice pot fi privite de asemenea ca tulburări de interacţiune dinamică, de armonie funcţională ; pe scurt, ca tulburări de *cibernetică* biologică.

Am spus că noţiunea de „nevroză" reformează întreaga patologie. I se poate da, credem, o accepţie mai largă decît cea oficială : ne interesează nu numai măsura în care un dezechilibru nervos poate genera sau evidenţia o suferinţă organică, dar mai ales măsura în care un factor de reactivitate anormală însoţeşte o leziune anatomică sau biochimică, pentru a explica o simptomatologie clinică excesivă sau deficitară, pentru a „propaga" leziunea la organe învecinate sau îndepărtate, pentru a împiedica punerea în joc a fenomenelor de adaptare şi compensare, pentru a îngreuia procesele de reparare şi vindecare. *In extremis,* putem opune leziunile latente din punct de vedere clinic („compensate"), nevrozei viscerale („distonie vegetativă"), care este o tulburare de coordonare a unor organe fără leziuni.

O leziune morfologică în sistemele de coordonare şi control are alte semnificaţii decît în alte organe. O afectare a unei căi nervoase sau a unui aparat nervos receptor înseamnă o perturbare a recepţionării sau transmiterii de *informaţii ;* o afectare a unei glande endocrine sau a unui centru nervos reprezintă o perturbare a *automaticii* organismului. Se poate pune întrebarea : ceea ce facem aici este mai mult decît o „traducere", în termeni la modă, a unor idei ajunse banale prin universala lor acceptare ? Dacă această „traducere" poate duce la un plus de conştiinţă şi luciditate asupra poziţiilor pe care ne situăm, atunci operaţia nu este inutilă. Mai mult, dacă *unele* probleme pot fi „traduse" în termenii noii ştiinţe, aceasta poate fi o garanţie că aceste probleme pot fi înglobate în ştiinţa propriu-zisă. Cibernetica se referă, de exemplu, la investiţii energetice mici cu efecte considerabile ; teleghidajul prin unde radio ne permite să înţelegem tipul de influenţe despre care vorbim. Organismul viu este însă un „reactiv" foarte sensibil ; fiziologia organelor de simţ ne învaţă că ajung cîteva cuante de lumină pentru ca să impresioneze retina. Sectoare întregi de preocupări cum sînt cosmobiologia, meteoropatologia (şi poate şi homeopatia) au fost privite cu rezervă de către ştiinţa de pînă acum, pe baza raţionamentelor cantitative grosolane care evidenţiau contrastul dintre cantităţile mici de energie şi substanţă puse în joc în aceste fenomene şi pretinsele efecte biologice obţinute.

Problemele generale ale reactivităţii substanţei vii, ale rolului „terenului" în răspunsul obţinut, au preocupat insuficient pe biologii şi medicii din ultimul secol. Întîlnim aici fenomene de declanşare, răspunsuri mai mult sau mai puţin specifice, fenomene de memorie şi de alergie a substratului reacţional ; pe scurt, fenomene caracteristice sistemelor complexe, pentru care cibernetica ne pune la dispoziţie noi concepte şi mijloace de cercetare.

Interacţiunea organismelor vii este o problemă de mare interes biologic, psihologic, sociologic şi medical. La oameni, limbajul este una dintre modalităţile de interacţiune şi influenţare reciprocă ; este meritul lui Pavlov de a fi insistat asupra valorii sale ca excitant real fiziologic sau patologic, deschizînd astfel drumul spre înglobarea în fiziologie a unei părţi din experienţa empirică referitoare la hipnotism, sugestie etc. Dar cuvîntul nu acţionează prin valoarea sa energetică, ci prin semnificaţia sa cibernetică. În afara cuvîntului, influenţe interpersonale se pot exercita prin sugestie mintală, prin simplă prezenţă etc. Excluderea acestor modalităţi din inventarul faptelor fiziologice (inclusiv psihologice) a făcut ca ştiinţa de pînă astăzi să dea o imagine trunchiată despre fenomenul „om". Avem, pe de altă parte, date experimentale abundente despre amplele interacţiuni „la distanţă", fără contact mecanic, care stau la baza vieţii multor animale sociale. Aceste interacţiuni afectează fiziologia somatică, viscerală. Bohn a pus în evidenţă, acum cîteva decenii, faptul că unele animale rezistă mai puţin la toxice atunci cînd sînt izolate, decît atunci cînd se află mai multe la un loc. Grassé citează experienţe care arată că, la insecte cu heteromorfism legat de „diviziunea muncii", menţinerea la un loc a unei colectivităţi încă nediferenţiate morfologic face să apară diferitele tipuri de indivizi într-o proporţie dată şi că există un fenomen de autoreglare a acestei proporţii numerice. Pe plan terapeutic, aceste probleme au o strînsă legătură cu psihoterapia.

Una dintre rezervele care au împiedicat considerarea *ştiinţifică* a acestor fenomene s-a bazat pe ideea că existenţa unei sensibilităţi accentuate la influenţe microenergetice sau la microdoze este incompatibilă cu marea rezistenţă a organismului la influenţe care pun în joc cantităţi apreciabile de materie şi energie. În realitate, problema nu este pusă just : există *condiţii* de mare sensibilitate şi de mică sensibilitate şi ele sînt cele care trebuie precizate. Experienţele lui I. P. Pavlov asupra „reflexelor condiţionate" aveau loc în „turnurile tăcerii". În somnul hipnotic pacientul are o sensibilitate cvasielectivă la vocea hipnotizorului. Se pare că în starea de hipnoză căile corticoviscerale se „permeabilizează", excitantul verbal fiind astfel mai eficace asupra stării reactive şi funcţionale a organelor interne. Îndelunga practică Yoga indiană arată, de altfel, cît de greu se obţine „permeabilizarea conştientă" a acestor căi.

Desigur, „fiziologia" acestor influenţe nu poate fi încă precizată ; dar este important să se treacă la acceptarea lor ca problemă de studiu de mare interes. Ele pun în mişcare resurse neutilizate încă de medicină. *Homeostazia, ca şi „natura medicatrix", înseamnă mobilizarea unor resurse plastice şi energetice utile*. Cibernetica înseamnă, între altele, şi această „economie" automată sau conştientă a resurselor noastre latente (amintim de calculatoarele programate pentru găsirea soluţiilor optime). Dacă nu putem preveni o leziune biochimică sau morfologică, dacă nu putem obţine o reversibilitate a acestor leziuni prin tratament, ne rămîne încă deschis un sector destul de larg şi de fructuos, acela al exploatării *ameliorate* sau optime a resurselor existente. Medicul poate utiliza o terapeutică de „biciuire“, dar este mai recomandabilă o terapeutică prin exerciţiu, care să ducă la creşterea „randamentului“ şi a vitalităţii. Rolul exerciţiului în creşterea randamentului este o achiziţie de mare însemnătate în fiziologia muncii, dar introdusă încă insuficient în fiziologia generală. Efortul pe care-l cere executarea unei simple game unui începător poate depăşi efortul pe care-l cere unui pianist virtuos executarea unei sonate. Ameliorarea randamentului unui organ înseamnă, de exemplu, creşterea tonusului funcţional. Astfel 1/8 din corticosuprarenală poate menţine o homeostazie bună, în condiţii care nu sînt excepţionale, cu condiţia să aibă un aport energetic suficient şi o bună încadrare neuroendocrină, o bună „reactivitate“ în organismul privit ca întreg.

Mobilizarea unor resurse plastice şi energetice utile este necesară, de altfel, şi pentru vindecarea leziunilor. Există sindroame prin mobilizare inadecvată ? Toţi medicii ştiu că există bolnavi „buni“ şi bolnavi „răi“ la tratament, dar în afara mobilizării insuficiente, există mobilizări *excesive,* care intră în categoria „bolilor prin intoleranţă“ (Tzanck) şi corespund unor categorii de „boli de adaptare“ (Selye). Experimental, putem reproduce prin decorticare unele sindroame de aceeaşi esenţă ; decorticarea afectează mai ales dinamica reglărilor fine. Avem suficiente indicii pentru a conchide că, în mod obişnuit (normal), numai o parte dintre resursele noastre fiziologice sînt utilizate, că în organismul nostru există rezerve mai ample de apărare, compensare, adaptare decît cele admise curent. Există indivizi cu posibilităţi uimitoare de dirijare voluntară a unor funcţii viscerale (respiraţie, circulaţie, motilitate digestivă) şi reacţii tisulare (hemostază, inflamaţie). Sînt consemnate, de asemenea, cazurile impropriu denumite ca „vindecări miraculoase“ în care s-au urmărit refaceri tisulare cu o viteză şi intensitate care depăşesc mult pe cele întîlnite curent de chirurgi sau readaptări la muncă, cu ajutorul unor organe vitale grav atinse. Aceste fapte confirmă existenţa unor boli cronice prin *inerţia proceselor homeostatice* şi arată că şi factorii emoţionali (ca şi unele şocuri de altă natură) pot fi factori care incită organismul la mobilizarea resurselor *fiziologice* latente.

Vom ilustra consecinţele practice ale „punctului de vedere“ familiar ciberneticii cu încă un exemplu : cel al bătrîneţii. În gerontologie se discută în continuare problema „macrobioticei“, a prelungirii limitei vieţii, vis multimilenar al omenirii. Considerată din punctul de vedere al „plasticii“ biologice, îmbătrînirea este un ansamblu de leziuni parenchimatoase şi conjunctive, o floculare de coloizi, o modificare a compoziţiei chimice a ţesuturilor, ca rezultate probabile ale unui dublu proces de uzură şi de intoxicare. Încercarea de a găsi drept remediu anumite metode de inducere a reversibilităţii leziunilor pare să aibă şanse foarte mici de reuşită. *Profilaxia* prin asigurarea unei uzuri minime ne-ar condamna la inactivitate. Din punctul de vedere al energeticii biologice, îmbătrînirea înseamnă leziuni biochimice, cu o deficienţă progresivă a capacităţilor funcţionale ale diferitelor organe. Punctul de vedere al ciberneticii biologice (semnalat sub altă etichetă de către Verzar în ultimii ani) înţelege prin bătrîneţe în primul rînd o tulburare deficitară a capacităţilor adaptative. Superioritatea acestui ultim punct de vedere stă, în primul rînd, în aceea că el atrage din nou atenţia asupra rolului sistemelor endocrin şi nervos. Medicina bătrîneţii înseamnă, din acest ultim punct de vedere, o exploatare ameliorată a resurselor tisulare existente. Ideea de bază este aceea că, în bătrîneţe, ca şi în alte situaţii din patologie, medicina dispune, în afara profilaxiei şi terapeuticii, de arma unei a treia directive în vindecare: folosirea cît mai deplină a acestor resurse. Cît despre profilaxie, ea trebuie făcută prin antrenarea capacităţilor adaptative şi de compensare ale organismului.

Am insistat în mod intenţionat mai mult asupra acestor noi perspective pe care le poate aduce contactul medicilor cu cibernetica, deoarece ele sînt de obicei trecute cu vederea în discuţiile privitoare la „medicina cibernetică" (sau la „cibernetica medicală"). Este necesar să menţionăm că „medicina cibernetică" este recunoscută ca o tendinţă pe cale de conturare în medicina de astăzi, avînd şi un organ internaţional în jurul căruia se grupează adepţii săi. Dar cele expuse reprezintă un singur aspect în perspectivele introducerii ciberneticii în medicină.

Mai puţin controversată este *latura tehnică* a ciberneticii, chemată în ajutorul medicinii. Aparatura automată de mare sensibilitate şi de mare precizie este introdusă pe scară din ce în ce mai largă în medicină pentru explorarea funcţiilor organismului şi depistarea abaterilor de la normă. Se întrevede o mare dezvoltare a automatelor cibernetice ca bază a unor proteze şi ca auxiliare ale chirurgului. În timpul unei intervenţii chirurgicale, dispozitivele electronice pot înregistra simultan pulsul, temperatura, activitatea inimii şi a creierului, compoziţia chimică şi presiunea sîngelui, compoziţia aerului expirat. Să ne imaginăm că aceste informaţii sînt prelucrate de o maşină doatată cu un anumit program şi care acţionează asupra unor aparate adecvate. O astfel de maşină ar putea interveni mult mai prompt şi mai fin în influenţarea acelor funcţiuni ale organismului care manifestă o suferinţă în timpul actului operator (Vişnevski).

Calculatoarele electronice — în afară de folosirea lor ca modele ale unor procese fiziologice şi ca piese centrale ale unor aparate ca cel imaginat mai sus — vor juca, desigur, un rol şi prin efectuarea *calculelor* necesare unei fiziologii, unei patologii şi unei biostatistici care fac apel din ce în ce mai mult la matematică. De asemenea, ele vor aduce un mare folos documentării. Dar ele sînt utilizate sporadic încă de pe acum şi ca „maşini de diagnostic“, după cum am amintit în introducerea la expunerea de faţă. Aceste maşini sînt construite pe baza unor teorii logico-matematice ale diagnosticului medical ; interesul lor metodologic justifică de aceea o paranteză.

Ca şi alte automate cibernetice, maşinile de diagnostic nu-şi propun să imite procedeele de gîndire ale omului, ci să realizeze aceeaşi performanţă. Premisa pentru dezvoltarea unei ştiinţe exacte a diagnosticului o reprezintă introducerea a numeroase mijloace de investigaţie noi, care au îmbogăţit considerabil semeiologia. Preocupările de a introduce cibernetica în problemele diagnosticului medical coincid cu o dezvoltare însemnată a acelor metode de explorare care duc la înregistrări grafice sau la măsurători ce trebuie supuse ulterior unor prelucrări cantitative uneori complicate (electrocardiografie, electroencefalografie etc.) ; aceste explorări alcătuiesc, din punctul nostru de vedere, un sector particular, în care folosirea calculatoarelor are o justificare aparte. Ideea de bază a principalelor teorii logico-matematice ale diagnosticului medical este legătura statistică dintre boală şi simptom, care poate fi precizată cifric (după prelucrarea materialului de observaţie) printr-un anumit coeficient de probabilitate [1]. Brodman (1959) a prelucrat astfel materialul unor chestionare completate de bolnavi pentru 60 de boli mai frecvent diagnosticate de către medicii de spital ; maşina stabilea indici de verosimilitate pentru fiecare boală, pornind de la răspunsurile găsite în cele 195 de rubrici. Calculul logico-matematic nu depăşea, ca timp, o secundă. Diagnosticul corect era posibil în 44% cazuri, cam în acelaşi procent în care un medic ar fi putut stabili diagnosticul pornind numai de la chestionar. Maşina construită la Harkov de către Amosov, Gnedenko şi colaboratori pentru diagnosticarea bolilor cardiace serveşte şi la culegerea unora dintre semnele fizice ale bolii, la explorarea pacientului.

Care poate fi valoarea teoretică şi practică a unor astfel de preocupări ? Ele au mai întîi o valoare euristică ; aduc în discuţie probleme de psihologie şi de logică a muncii intelectuale, scot în evidenţă unele imprecizіuni sau defecţiuni ale procedeelor tradiţionale, contribuie, pe această cale, la iniţierea unor tentative de creştere a coeficientului de exactitate în ştiinţele medicale. Asupra acestui punct nu este nevoie să insistăm. Pentru unii constructori ai maşinilor de diagnostic, realizările tehnice au fost numai o tentativă de a arăta că interpretarea simptomelor în scop diagnostic poate fi un proces *logic* în toate aspectele sale şi definit atît de complet, încît să poată fi făcut şi de o maşină (Brodman).

---

[1] R. S. Ledley a. L. B. Lusted, „Proc. I.R.E.“, 1959, vol. 47, p. 1970.

Valoarea euristică este reală şi ea singură ar justifica popularizarea acestor preocupări.

Alta este problema dacă teoriile propuse pentru diagnosticul medical reprezintă teoriile procesului intelectual pe care-l execută medicii sau numai soluţii realizabile tehnic pentru a stabili un diagnostic. De altfel, tehnica rezolvă multe probleme pe altă cale decît pe cea pe care le-ar rezolva omul prin mijloace proprii. Maşinile-unelte nu imită mişcările mîinilor şi, invers, matematicianul nu calculează în sistemul de numeraţie binar (cum o fac „creierii electronici"). Teoriile actuale insistă excesiv asupra elementului probabilist în operaţia de diagnostic. Operaţia de diagnostic este o încercare de a scăpa de incertitudini, de a depăşi relaţiile *statistice* dintre boală şi simptome prin găsirea, pe o cale potrivită, a unei relaţii univoce.

În ce măsură pot fi maşinile proiectate pînă acum de un real folos pentru medici, în munca lor de diagnostic ? Chiar metode imperfecte, ca cele ale maşinii lui Brodman, îşi pot găsi aplicaţii utile. Maşina poate sugera explorarea mai amănunţită în anumite direcţii particulare a diferitelor cazuri. Sistemul chestionar+maşină poate aduce servicii în munca de depistare în industrie sau în serviciile militare. Autorii acestei metode subliniază faptul că procesul de luare a deciziilor pe care-l efectuează maşina nu implică operaţia de gîndire. Maşina urmează instrucţiuni care-i indică cum să analizeze datele în relaţie cu experienţa trecută, astfel ca să ajungă la una sau alta din mai multe concluzii predeterminate. O persoană care gîndeşte, cercetînd aceleaşi date şi avînd o experienţă trecută, poate să imagineze noi metode de evaluare a datelor şi să ajungă la concluzii necunoscute dinainte. „O maşină de prelucrare a datelor, urmînd instrucţiunile medicilor, este mai curînd o extindere mecanică a capacităţii medicului de a-şi aminti, de a compara, de a calcula şi de a decide" (Brodman).

Chiar ca simple auxiliare ale memoriei medicului, aceste maşini nu trebuie neglijate. Greşelile în diagnosticul diferenţial rezultă mai curînd din erori prin omisiune decît din alte surse. Calculatoarele sînt chemate să ajute medicul să colecteze şi să prelucreze informaţia clinică şi să-i amintească diagnosticele trecute cu vederea.

Am formulat mai sus unele idei privitoare la problema înlocuirii medicilor de către maşini. Ca şi în alte sectoare ale automaticii intelectuale, maşinile cibernetice degrevează intelectul uman de unele sarcini automatizabile pentru a-l libera pentru sarcini mai complexe, care cer spirit creator. Brodman observă că aceste metode nu duc la simplificarea sarcinii medicilor, ci dimpotrivă, îi obligă să înveţe noi tehnici, să dobîndească noi puncte de vedere şi să lucreze sistematic într-un anumit fel.

Aşadar, şi în acest domeniu „revoluţia cu care ne ameninţă cibernetica“ priveşte un transfer de muncă intelectuală asupra maşinilor, făcut numai cu scop de a permite creierului nostru să abordeze aspectele principiale, speciale, complexe care necesită o activitate cu adevărat creatoare.

În treacăt menţionăm că, în principiu, este posibilă şi o algoritmare, deci o automatizare a indicaţiilor de tratament. Pentru cazurile complexe, o soluţie statistic valabilă se poate obţine aplicînd teoria jocurilor.

O altă direcţie de dezvoltare a medicinii cibernetice este cea care se inspiră din principiile de funcţionare ale sistemelor dinamice complexe sau ale maşinilor care culeg şi prelucrează informaţia, în probleme de organizare sanitară. În acest sens s-a prezentat (Mastourzo) un proiect „cibernetic“ de organizare a luptei antireumatismale. Cercetările de acest tip sînt înrudite îndeaproape cu cercetările de tip operaţional despre care vom vorbi mai departe.

PERSPECTIVELE APLICĂRII TEORIEI INFORMAŢIEI

După cum am spus mai sus, teoria informaţiei a fost elaborată iniţial pentru a răspunde nevoilor tehnicii telecomunicaţiilor [1]. În această privinţă nu avem de făcut nici un comentariu. Ameliorarea telecomunicaţiilor are, fireşte, o importanţă economică şi socială deosebită ; dar acest fapt nu necesită o analiză deosebită, în raport cu aportul adus de teoria informaţiei. O importanţă filozofică o are însă meditarea asupra unor principii fundamentale : sublinierea faptului că o comunicare poate fi tradusă în alt fel de semnale, de pildă o imagine ajunge la televizor purtată de unde radio *(princi-*

---

[1] I. Constantinescu, S. Condrea şi Edm. Nicolau, *Teoria informaţiei* Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

piul reprezentării) ; că, în cursul manipulării ei, informaţia se poate pierde, cel mult se poate păstra, de obicei se reduce. Principiul reprezentării este, evident, cel care face posibilă măsurarea informaţiei (orice serie de evenimente fiind reprezentată cu ajutorul unei situaţii standard : aceea, de pildă, a alegerii prin alternative succesive). Manipularea informaţiei poate fi asimilată, din punct de vedere formal, cu transmiterea unor semnale printr-un canal ; astfel, reprezentarea fără pierderi şi erori poate fi asimilată cu transmiterea printr-un canal lipsit de zgomot.

O primă extindere a teoriei informaţiei dincolo de domeniul său iniţial de aplicare este cea făcută la măsurarea informaţiei purtate de diferite aparenţe particulare sau semnificative: cuvintele dintr-o limbă (deci aplicaţii lingvistice), simptomele unei boli sau valoarea unui test de explorare (deci aplicaţii medicale) etc. Oriunde două elemente (caractere etc.) se găsesc într-o legătură statistică între ele, se poate aplica un calcul de teoria informaţiei care să ne exprime în „unităţi de informaţie" acest grad de legătură. Corelaţia între două elemente înseamnă că prezenţa unuia dintre ele ne dă o informaţie despre celălalt în medie de o anumită valoare (numerică). În biologie, semnalele recepţionate de organisme pot fi privite ca informaţii a căror valoare depinde de condiţiile ecologice ale vieţuitoarelor. Eficienţa unui aparat tehnic de explorare (miscroscop etc.) poate fi analizată şi precizată cu ajutorul teoriei informaţiei.

O problemă specială a teoriei informaţiei este asigurarea comunicaţiei în condiţii optime : adică utilizînd la maximum capacitatea canalelor, folosind o cantitate minimă de energie şi un timp cît mai scurt etc. Se poate face analiza aparatelor fiziologice de recepţionare şi transmisie din punctul de vedere al teoriei informaţiei pentru a încerca explicarea unor „stări de fapt" : modalităţi de construcţie şi de funcţionare întîlnite în organismele vii. Într-adevăr, sînt şanse ca în organismele vii să se întîlnească soluţii optime. Mai precis, soluţiile adoptate de organism sînt cele care realizează un compromis între soluţiile optimale şi principiul economiei în construcţie şi alimentare energetică (Dancoff).

O caracteristică a mesajului este alcătuirea sa din elemente diverse. Unde nu este diversitate nu poate fi informaţie. Teoria informaţiei porneşte de la măsurarea gradului în care un lucru (un eveniment, o condiţie) este *specificat*, în care el diferă de altele. Comunicarea este tratată în termeni de specificare. Cea mai simplă comunicare necesită măcar o alternativă. Şi statistica matematică se ocupă cu diversitatea, pe care însă o tratează ca pe ceva „dăunător", încercînd să stabilească concluzii în ciuda ei (probleme de estimaţie, de separare a ceea ce este necesar de ceea ce este întîmplător etc.). Teoria informaţiei tratează diversitatea ca pe o *premisă* pentru operaţii ca selecţia, comunicarea, reprezentarea, specificarea ; ea încearcă să stabilească ceea ce se poate dobîndi „din cauza unui anumit grad de diversitate"[1]. Se pune întrebarea : diversitatea şi, o dată cu ea, gradul de organizare a unui sistem nu pot fi oare studiate cu ajutorul teoriei informaţiei ? Într-un sistem omogen, în care toate elementele sînt identice, informaţia selectivă medie este nulă. Într-un sistem cu organizare interioară, eterogen şi ordonat, informaţia este nenulă şi valoarea ei măsoară, pînă la un punct, gradul de organizare. În acest sens, s-au încercat unele aplicaţii ale teoriei informaţiei la studiul acelor sectoare ale realităţii în care specificarea, particularizarea, ordonarea sînt caracteristici esenţiale. Generalizarea noţiunii de informaţie se face aici într-un mod de altfel cunoscut în matematica aplicată : prin folosirea unui procedeu sau al unei *teorii matematice* la o clasă de fenomene diferite de cele care au ocazionat prima aplicare a teoriei, dar care *in abstracto* au unele proprietăţi analoge. Sistemul cartezian de coordonate a apărut mai întîi pentru precizarea poziţiei unui punct în spaţiu (precizare extrem de utilă, de pildă, în cartografie) ; astăzi este folosit curent pentru reprezentarea variaţiei funcţiilor. Algebra logică a apărut ca o metodă de formalizare a logicii ; astăzi serveşte, de exemplu, în proiectarea schemelor cu contacte şi relee. Numerele complexe au apărut în algebră ca rădăcini ale unor ecuaţii ; ele pot fi utilizate în studiul fenomenelor oscilatorii etc.

Iată un exemplu de folosire „prin extindere" a teoriei informaţiei în biologie : totalitatea indivizilor unei specii alcătuiesc un sistem ; variabilitatea dintre indivizi determină mărimea „informaţiei" sistemului ; eficienţa şi viteza selecţiei naturale depinde de cantitatea de informaţie a sistemului (Şmalhauzen[2]).

În acest sens, teoria informaţiei ajunge în mod natural la unele probleme ale mecanicii statistice şi ale termodinamicii probabiliste. Există o legătură strînsă între cantitatea de informaţie a unui sistem fizic şi entropia acestui sistem. Entropia este, după cum ştim, o funcţie a probabilităţii stării sistemului ; creşterea entropiei reprezintă tendinţa sistemului către stări mai probabile ; ceea ce, în cazul mişcării moleculare, înseamnă omogenizarea sistemului. O creştere de entropie înseamnă o scădere a informaţiei ;

---

[1] H. Quastler, în *Symp. Inf. Theory in Biology*, p. 3 şi 187.

[2] I. I. Şmalhauzen, „Izvestiia Akad. Nauk SSSR", seria biol., 1960, nr. 1, p. 19.

pentru a introduce eterogeneitate în sistem, este nevoie să cheltuim energie (de altfel şi pentru a obţine o semnalizare informativă trebuie să cheltuim energie). Relaţia informaţie-energie (Brillouin) are o importanţă fundamentală în perspectiva contemporană asupra naturii — în special în biologie. Viaţa creează structuri eterogene la diferite nivele : molecular, celular, supracelular etc. ; se poate spune că ea „specifică" materia, o „in-formează", îi creşte gradul de organizare, cheltuind energie. Scăderea gradului de organizare specifică este o pierdere de informaţie. Ea se produce în fiecare moment, din cauza agitaţiei moleculare termice, şi trebuie compensată prin cheltuire de energie. Dacă informaţia este „neg-entropie", atunci pierderea de informaţie datorită tendinţei sistemelor de a-şi creşte entropia este „neg-informaţie" (Polonsky). Diferitele intervenţii ale mediului pot fi asimilate cu „zgomotele". În limbajul cibernetic, se poate ajunge la formulări de tipul următor : radiaţiile ionizante (care alterează structurile biologice) sînt un excelent mijloc de a introduce „zgomote" în sistemele vii. Exprimarea este adecvată, căci este „izomorfă" cu exprimarea biologică propriu-zisă, dar, fiind mai abstractă, concentrează în ea mai multă informaţie decît terminologia specifică biologiei. Rezultă din această extindere a aplicaţiilor teoriei informaţiei că în oricare sistem găsim *aspecte informaţionale*. (Termenul de *informaţional* este adoptat aici tocmai pentru a evita confuziile cu semnificaţia restrînsă, primitivă, intuitivă a informaţiei pe linie *informativă*). În felul acesta, cibernetica şi teoria informaţiei, împreună, permit într-adevăr constituirea unui punct de vedere asupra realităţii : aspectele informaţionale ale schimbului de substanţe şi de energie (cibernetică) sau ale structurii substanţei şi energiei. Teoria informaţiei nu este însă nici o nouă concepţie despre lume, nici o nouă metodă generală în ştiinţele particulare. Mai rezultă posibilitatea de a exprima în unităţi de informaţie gradul de organizare, a cărui menţinere necesită cheltuire de energie. Informaţia „conţinută" într-un organism viu, ca măsură a gradului de organizare, este uriaşă ; exprimată în biţi, depăşeşte cu multe ordine de mărime pe cea conţinută în volumele unei mari biblioteci.

Legătura amintită între termodinamică şi teoria informaţiei a dus la tendinţa de a subordona teoria informaţiei termodinamicii. Wiener consideră că pierderea unei părţi din informaţie este o consecinţă firească a celui de-al doilea principiu al termodinamicii şi o părere asemănătoare a avut-o J. von Neumann. În realitate, teoria informaţiei nu se poate obţine deductiv din termodinamică ; cel mult comportarea informaţiei dintr-un canal sau sistem cu anumite proprietăţi termodinamice se poate prevedea graţie legilor acesteia. Înrudirea profundă dintre termodinamica statistică şi teoria informaţiei se datoreşte faptului că amîndouă sînt teorii probabiliste şi că amîndouă utilizează cu succes noţiunea de entropie. Noţiunea de entropie în *sens probabilist* poate fi, de altfel, aplicată la categorii diferite de fenomene : Zeman scria (1960) că existenţa umană este „lupta împotriva entropiei, întrucît este indeterminare gnoseologică şi dezorganizare morală şi socială“ [1]. După părerea noastră, teoria informaţiei are o sferă de aplicaţie mai largă decît termodinamica, dar numai dacă îi dăm accepţia „generalizată“ de teorie *matematică* a fenomenelor de comunicaţie şi a celor *analoge* cu ele (după cum geometria poate fi definită ca o teorie generală a relaţiilor spaţiale şi a celor analoge cu cele spaţiale). Termodinamica rămîne o teorie *fizică*. În această privinţă, părerea noastră diferă de cea exprimată de Anisimov şi Vislobokov, care văd în tentativele de a extinde aplicaţiile teoriei informaţiei, exemple de „identificare metafizică a unor fenomene cu totul diferite“ [2].

În biologie, înţelesul lărgit al noţiunii de informaţie are unele perspective interesante de acceptare. Structura specifică a moleculelor de proteine şi acizi nucleici este o problemă de intersecţie a teoriei informaţiei cu biologia [3]. Dacă se admite că acizii nucleici joacă un rol important în transmiterea caracterelor ereditare, atunci trebuie să ne imaginăm că modul lor de alcătuire permite realizarea a miliarde şi miliarde de „variante pe aceeaşi temă“, care ar explica diversificarea genetică a indivizilor dintr-o specie. Aceste variante se realizează cu ajutorul a patru baze organice azotate, ca şi cum ar fi vorba de un mesaj scris într-un cod cu patru semne. Efectorii metabolici sînt enzimele, proteine alcătuite din douăzeci de specii diferite de aminoacizi. Cum se transmite informaţia scrisă dintr-un cod cu 4 semne într-un cod cu 20 ? Iată (Gamow) problema cibernetică a sintezei proteinelor funcţionale. Acest „mod de a vorbi“ este mai mult decît folosirea terminologiei „la modă“, este un nou mod de a pune problema, în esenţă o întrebare cantitativă. Acest mod de a pune problema a sugerat cercetări şi modele noi în privinţa alcătuirii intime a moleculelor de acizi nucleici (Watson şi Crick) şi de proteine, asupra sintezei proteice etc. S-a vorbit despre „textul proteinelor“ şi despre „abordarea criptografică“ a problemei sintezei lor (Ycas). Sugestii preţioase s-au adus şi în privinţa mecanismului de interacţiune a substanţelor biologic active (antigen-anticorp), în problema mutaţiilor etc. Dar, după cum observă unul dintre promotorii aplicaţiilor teoriei informaţiei în biologie, analiza informaţională poate servi la respingerea unei ipoteze mai curînd decît la argumentarea ei (Quastler).

---

[1] J. Zeman, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 138.

[2] S. Anisimov şi A. Vislobokov, în *Dialectica marxistă şi ştiinţele moderne*, p. 192.

[3] I. I. Şmalhauzen, „An. rom.-sov.“, seria biologie, 1959, nr. 2, p. 5.

Nu trebuie să ascundem faptul că, deoarece în biologie nu există decît puţine probleme totodată foarte simple şi foarte importante (Yockey), aplicările teoriei informaţiei la studiul fenomenelor biologice nu au decît rareori un caracter analitic şi cantitativ [1]. Raţionamentele sînt semicalitative. Estimarea cantităţii de informaţie biologică este extrem de aproximativă. Nu este încă suficient studiată legătura dintre „informaţia-comandă“ şi „informaţia-organizare“, problemă de interes fundamental şi pentru precizarea relaţiilor „organizare-energie“. Pentru a ilustra complexitatea acestor probleme, vom da un exemplu : o floare este o structură neîntîmplătoare, al cărei grad de organizare a fost atins prin consumul de energie al embrionului, apoi al plantei adulte. Acest grad de organizare este rezultatul acţiunii unor factori organizatori tisulari biochimici, în calitate de elemente de comandă şi de reglare. Planta poartă o informaţie „constitutivă“ şi, totodată, o informaţie „latentă“ de interes ecologic : înfăţişarea ei atrage insectele care-i favorizează polenizarea. Totodată ea interacţionează (prin substanţe chimice) cu plantele şi animalele din ambianţa imediată (fenomene de antagonism şi sinergism biologic). În interiorul plantei există un schimb de „semnale“ între celule, inclusiv prin substanţe de tipul hormonilor ; prin ele se controlează creşterea, dezvoltarea, homeostazia morfologică şi biochimică. Între fiecare celulă şi mediul intercelular există o denivelare biochimică care se menţine prin cheltuire de energie şi care poate fi măsurată de asemenea în unităţi de informaţie. Se sintetizează acizi nucleici şi nucleoproteine care poartă „memoria“ şi „informaţia ereditară“ a plantei. Fiecare sinteză de moleculă specifică înseamnă de altfel o creştere a gradului de organizare a substanţei ; însă energia cheltuită pentru sinteză este redusă în prezenţa enzimelor şi a „tiparelor“ preexistente. Planta, împreună cu exemplarele din aceeaşi specie, alcătuiesc un sistem în echilibru dinamic cu întreaga biocenoză, iar totalitatea caracterelor care sînt valorificate în lupta pentru existenţă alcătuiesc o formă particulară de „informaţie biologică“.

În concluzie, diferitele aplicaţii ale teoriei informaţiei reprezintă, deocamdată, tentative de a introduce gîndirea cantitativă, în sectoarele realităţii în care au loc influenţe reciproce între sisteme şi se face simţită necesitatea de a analiza gradul de organizare a sistemelor. Pentru biologie, în special, legătura dintre energie şi informaţie se cere adîncită cît mai riguros. În aceste sectoare, teoria informaţiei are, în afară de rolul ei euristic, o contribuţie la reformularea mai adecvată a problemelor. Aparatul matematic existent nu pare însă corespunzător complexităţii problemelor, iar analiza biologică teoretică a lor este abia incipientă.

---

[1] H. P. Yockey, în *Symp. Inf. Theory in Biology*, p. 50.

CIBERNETICA ŞI ŞTIINŢELE SOCIALE

N. Wiener a căutat să argumenteze teza după care cibernetica poate fi o teorie generală a funcţionării sistemelor, inclusiv a sistemelor sociale. Această teză a fost combătută de unii autori, printre care şi de Anisimov, în timp ce ea a căpătat o dezvoltare vastă în lucrările unor autori burghezi. În acest sector, poziţiile spontan materialiste şi spontan dialectice sînt mult mai rar întîlnite decît în sectorul biologiei şi se impune o analiză atentă a problemelor de pe poziţiile materialismului istoric.

Într-adevăr, după părerea noastră, trebuie să deosebim aici *mai multe* probleme.

Prima este cea referitoare la justificarea filozofică a unei teorii a sistemelor, care să înglobeze şi sisteme de natură socială. Credem că o astfel de teorie este posibilă. O întreprindere, o asociaţie sînt şi ele sisteme, iar problema organizării lor optime sau a dinamicii lor eficiente este, într-o oarecare măsură, de resortul ciberneticii. Această extindere a ciberneticii la studiul unor structuri economico-sociale nu reprezintă oare o reluare a vechilor teorii organiciste asupra societăţii, care se întîlnesc, în istoria gîndirii, de la Menenius Agrippa pînă la H. Spencer ? În măsura în care schemele cibernetice reprezintă oglindirea abstractă a comportării diferitelor tipuri concrete de sisteme, *confruntarea* lor cu realitatea socială este un lucru necesar, pentru a se cerceta *gradul lor de generalitate*. Astfel, Mehl recunoaşte că „noţiunea de *feed back* este prea elementară pentru a traduce cu exactitate natura fenomenului adaptativ“ în structurile sociale [1]. Evident că există primejdia interpretărilor biologizante, după cum există în general primejdia alunecării în mecanicism a ciberneticienilor care nu au o pregătire filozofică suficientă. Alta este problema dacă schemele cibernetice pot să oglindească trăsăturile *cele mai importante* ale sistemelor sociale. De exemplu, afirmaţia după care istoria poate fi interpretată ca o „creştere a cantităţii de informaţie structurală a societăţii“ (Rorive), deşi nu conţine elemente mecaniciste, este infinit mai puţin importantă şi mai puţin complexă decît caracterizarea evoluţiei societăţii drept o consecinţă a dezvoltării şi a luptei între clasele sociale. Cibernetica poate fi de mare ajutor în înţelegerea unor aspecte şi fenomene, după cum ea poate fi de ajutor în rezolvarea unor probleme organizatorice particulare. Dar cibernetica nu poate fi o teorie generală a *fenomenelor social-istorice* şi nu poate înlocui analiza materialist-istorică a fenomenelor sociale. Cu atît mai puţin putem găsi în ea soluţii (altele decît cele indicate de socialismul ştiinţific) pentru rezolvarea problemelor social-politice. De aceea, majoritatea expunerilor occidentale de cibernetică sociologică sînt neştiinţifice sau — prin elementul de diversiune intelectuală şi politică pe care-l reprezintă — chiar antiştiinţifice şi reacţionare.

---

[1] L. Mehl, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 635.

Altă problemă este cea a valorii cercetărilor matematice în ştiinţele sociale, nu numai pentru obţinerea unor evidenţe, ci şi pentru analiza teoretică a unor fenomene sau pentru rezolvarea unor probleme concrete. Principial, nu există nici o obiecţie împotriva folosirii matematicii în studiul fenomenelor economico-sociale; această teză am dezvoltat-o la începutul expunerii. Dar, ca şi strategia jocurilor, cercetarea operaţională, econometria etc., cibernetica are un rol subordonat în ştiinţele despre societate. În realitate, aceste procedee nu pot duce la rezultate valabile decît de pe poziţiile materialist-istorice şi nu pot fi puse în valoare decît în cadrul unui sistem socialist de organizare a economiei. Acelaşi Mehl recunoaşte că cibernetica, „în ciuda numelui său, nu este şi nu pretinde să fie ştiinţa guvernării oamenilor“.

Nemcinov (1961), vorbind despre sarcinile matematicii şi electronicii în realizarea cu succes a construirii comunismului, scrie, între altele: „Studierea amănunţită a fluxului de informaţii economice şi a metodelor pentru codificarea lor va avea, fără îndoială, un deosebit efect pentru economia naţională, şi aceasta începînd chiar din anii imediat următori... Institutul de informare ştiinţifică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. a organizat în prezent pe scară largă cercetările corespunzătoare în domeniul automatizării transmiterii informaţiilor“. Pe lîngă acest aspect mai mult metodic, Nemcinov acordă ciberneticii şi un rol metodologic şi teoretic. Cităm: „Cibernetica economică studiază de asemenea acţiunea reciprocă a celor mai importante sisteme de reglementare economică (hozrasciotul, sistemul bănesc şi financiar, aprovizionarea tehnică-materială, controlul asupra îndeplinirii planului). Pe baza metodelor analizei cibernetice se face descompunerea necesară a funcţiilor acestor sisteme în aşa fel, încît să poată fi exprimate matematic sub formă de algoritm"[1].

Faptul că una dintre problemele practice rezolvate de cibernetică este problema menţinerii la un anumit nivel a parametrilor dintr-un anumit sistem şi că unul dintre succesele ciberneticii biologice este cel obţinut în studiul homeostaziei şi al echilibrării influenţelor (perturbatoare) ale mediului, a făcut pe unii teoreticieni occidentali să vadă în cibernetică o sursă de reţete pentru realizarea „echilibrului uman". Despre ce fel de echilibru este vorba ? Pentru majoritatea teoreticienilor burghezi, este vorba de un echilibru social, de „homeostazia" socială, idee care exprimă numai speranţa sociologiei din ţările capitaliste într-o soluţie care ar putea salva de la pieire regimul economic, social şi politic condamnat de istorie. Astfel, Foddis crede că „informaţia este atomul de gîndire" şi deci că „cibernetica acordă gîndirii şi energiei locul lor potrivit în univers". El schiţează, pornind de la această interpretare idealistă, „evoluţia lumii civile în raport cu stabilitatea societăţii". Pentru autor, religia şi metafizica (termenul este luat în sensul de filozofie speculativă) sînt cele care furnizează „temelia solidă" pentru a construi o viaţă asociată şi ordonată. Primejdia este în „tendinţa critică individuală", iar măsurile de represiune sînt salutate ca „măsuri homeostatice". Civilizaţia catolică ar fi, după părerea autorului, un element „definitiv valid", în modelul de stabilitate socială moştenit de la romani. Problema pe care vrea s-o rezolve autorul este dacă „echilibrul filozofic" între divinitate, individ şi natură, propus de civilizaţia catolică, este „cibernetic posibil". Foddis vede în succesele tehnicii materiale o cale indirectă de atingere a unui nivel înalt de spiritualitate ; creşterea producţiei şi automatizarea ei vor libera pe om de mizerie şi de servituţi şi îi vor permite să se dedice creaţiei şi binelui. Un astfel de om va putea fi cu adevărat religios, căci „o atitudine ostilă faţă de creator nu va mai avea nici măcar scuza servituţii mizeriei". Pentru a atinge acest neoumanism pe care autorul îl vede „temperat de religiozitate", Foddis aminteşte, drept condiţie indispensabilă, eliminarea nedreptăţii între oameni. El uită să indice însă care sînt căile concrete de a lichida injustiţia socială. El „uită" că ele trebuie căutate în altă parte decît în creştinism, care nu a încercat să rezolve problemele sociale, ci a menţinut injustiţia socială ; că ele trebuie căutate în forţele motrice progresiste ale evoluţiei sociale contemporane, în lupta revoluţionară a clasei muncitoare, organizată şi condusă de partidele marxist-leniniste.

---

[1] V. Nemcinov, „Bul. inf. şt.", I.S.R.S., 1961, nr. 17, p. 13.

O altă problemă este cea privitoare la semnificaţia şi la consecinţele *automatizării*. După cum am arătat mai înainte, discutarea implicaţiilor sociale ale ciberneticii nu poate fi redusă la problema automatizării. Totuşi, automatizarea reprezintă una dintre cele mai însemnate căi prin care cibernetica va influenţa societatea : este calea care trece prin producţie. Automatizarea producţiei, alături de stăpînirea energiei nucleare, de cucerirea Cosmosului, de dezvoltarea chimiei etc., fac parte dintre realizările omenirii care semnalează apropierea unei noi revoluţii tehnico-ştiinţifice. În timp ce capitalismul oferă un cadru prea îngust pentru desfăşurarea acestei revoluţii, orînduirea socialistă *poate* să realizeze această revoluţie şi să folosească roadele ei în interesul societăţii [1]. Cu ajutorul automatizării, în Uniunea Sovietică se rezolvă probleme legate nu numai de practica industrială, ci şi de folosirea energiei atomice şi de cucerirea spaţiului cosmic, astfel încît diferitele succese ale ştiinţei teoretice şi aplicate se găsesc în strînsă legătură reciprocă.

Este foarte caracteristic modul în care economiştii şi sociologii occidentali privesc automatizarea. Diebold consideră că automatizarea se impune, pentru că este necesară o substanţială creştere a productivităţii muncii [2]. Examinînd tabloul probabil al forţelor de producţie din viitorul apropiat, autorul semnalează creşterea procentuală a populaţiei care nu este implicată în munci productive şi reducerea progresivă a aportului de muncă al acesteia. Recunoscînd ritmul foarte viu de creştere a producţiei din ţările socialiste, Diebold se întreabă dacă simpla automatizare este într-adevăr o soluţie pentru lichidarea situaţiei precare a industriei capitaliste. Dar automatizarea tuturor ramurilor principale nu are şanse să se producă curînd. Există o „rezistenţă omenească" puternică în calea ei, care nu se explică numai prin faptul că ea cere investiţii însemnate ce nu se amortizează rapid : automatizarea pune, în primul rînd, probleme complexe privind utilizarea mîinii de lucru, recalificarea muncitorilor, ajustarea producţiei „legea cererii şi a ofertei" care domină piaţa capitalistă, raporturile de concurenţă dintre întreprinderile mari şi mici, agravarea supraproducţiei prin scăderea puterii de cumpărare a maselor etc. Se recunoaşte astfel explicit că, în ţările capitaliste, automatizarea este mai curînd un spectru ameninţător decît promisiunea unei vieţi mai uşoare, în care să se folosească cît mai multe binefaceri ale ştiinţei.

Practica introducerii automatizării în ţările capitaliste confirmă aceste previziuni. În S.U.A., ca urmare a introducerii automatizării în anumite ramuri, au fost înlocuiţi pînă acum aproape un milion de muncitori şi specialişti. Numai prin introducerea unei maşini electronice de contabilitate la administraţia unei singure companii au fost desfiinţate 40% din posturile de funcţionari. Problema înlăturării pe scară largă din procesul de producţie a muncitorilor, ca urmare a introducerii mijloacelor tehnice moderne, provoacă greve întinse (numai în S.U.A., în 1960, au participat la aceste manifestări aproximativ 2 000 000 de oameni). Toate acestea dovedesc că orînduirea socială capitalistă „întoarce descoperiri ce constituie mîndria epocii noastre împotriva intereselor vitale ale maselor populare“ [1].

---

[1] Tib. Popoviciu, în „Lupta de clasă", 1961, nr. 10, p. 79.

[2] J. Diebold, în *2-ème Congr. internat. cybernétique*, p. 3.

Diebold crede că, fără o „cooperare activă între muncă şi capital“, problemele nu pot fi, nici rezolvate, şi nici discutate adecvat. Rezistenţa muncitorilor ar trebui, după el, înfrîntă, arătîndu-se concret că automatizarea suprimă eforturile penibile, creşte securitatea în muncă etc. „Este neîndoielnic că automatizarea va fi răspunzătoare de unele tragedii umane“, afirmă autorul, care însă se mîngîie cu ideea că orice schimbare aduce cu sine unele riscuri şi neplăceri. Concluzia expunerii este deosebit de semnificativă : automatizarea implică un „înalt grad de orchestraţie socială“. Bineînţeles că autorul nu merge pînă la capăt cu concluziile, ca să recunoască că un grad înalt de „orchestraţie socială“ nu este posibil decît în socialism. Este de asemenea clar, pentru noi, că această „orchestraţie socială“ nu poate fi constituită de cooperarea dintre muncitori şi capitalişti, ci de reorganizarea socialistă a societăţii după doborîrea orînduirii capitaliste.

Dar şi din alt punct de vedere automatizarea din lumea capitalistă este o permanentă „sabie a lui Damocles“ deasupra omenirii. În condiţiile imperialismului agresiv, automatizarea serveşte, direct sau indirect, scopurilor războiului. Calculatoarele electronice pot comanda nu numai mişcarea rachetelor lansate pentru cucerirea Cosmosului în scopuri paşnice, ci şi mişcarea rachetelor care poartă încărcături termonucleare. „Şi pentru cibernetică, este esenţial să se ştie în mîinile cui se găsesc ştiinţa şi tehnica (...). Problema majoră a zilelor noastre rămîne aceea de a asigura ca, cuceririle ciberneticii... să fie puse în slujba omului şi nu în scopul distrugerii sale“ [2].

Cu totul altele sînt perspectivele deschise automatizării în socialism. În cadrul unei economii planificate şi în care toate eforturile sînt îndreptate spre slujirea omului, automatizarea este strîns legată de vitorul luminos al societăţii comuniste.

---

[1] M. Pădureleanu, în „Contemporanul“, 1961, nr. 48, p. 7.

[2] Edm. Nicolau şi C. Bălăceanu, *Cibernetica*. Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1961, p. 470.

După cum observă Klaus (1958), automatizarea producţiei în socialism înseamnă, printre altele, posibilitatea de a elibera gîndirea şi energia omului pentru activităţi cu adevărat creatoare.

Un alt aspect al ciberneticii sociologice este ajutorul dat de calculatoarele moderne. „Activitatea maşinilor electronice poate avea un rol în cercetarea sociologică în măsura în care contribuie, într-un fel sau altul, la dezvăluirea tendinţelor legităţii sociale. Maşina este un mijloc auxiliar, care nu va putea înlătura gîndirea omului de ştiinţă călăuzit de materialismul istoric“ [1]. Folosirea maşinilor de calcul electronic este deosebit de eficientă în acele ştiinţe sociale care recurg mult la statistică: economia politică, economia concretă, demografia, statistica socială, geografia economică. Îndeosebi planificarea de perspectivă, pe baze ştiinţifice, necesită un volum uriaş de calcule, care nu poate fi efectuat decît de maşini. Automatizarea însăşi ridică problema eficacităţii economice a automatizării ; aprecierea eficacităţii economice a automatizării este complexă în socialism, unde scopul urmărit este satisfacerea tot mai deplină a nevoilor materiale şi culturale mereu crescînde ale omului. Cercetarea relaţiilor dintre procesul analizat şi întreaga economie naţională este o problemă cu laturi cantitative importante, care sînt de resortul ciberneticii economice. Ea este totodată o cale spre lichidarea deosebirilor între munca intelectuală şi cea fizică, pentru lichidarea ultimelor rămăşiţe ale situaţiei în care omul era sclavul maşinii, un apendice ultraspecializat al ei. În felul acesta va dispare „înstrăinarea tehnică“ a omului, care a constituit un capitol însemnat al tragediei omului din societatea capitalistă [2].

CIBERNETICA ŞI LEGĂTURA RECIPROCĂ DINTRE ŞTIINŢE

Cibernetica reprezintă, la un anumit nivel şi folosind un nou punct de vedere, o nouă cale de argumentare a unităţii materiale a lumii. Corelat cu acest aspect, este cel de pe terenul practicii muncii ştiinţifice: colaborarea, pentru lămurirea în comun a problemelor de strictă specialitate, a specialiştilor din cele mai variate discipline şi profesiuni. Cibernetica este, aşadar, şi o tentativă de a face eficientă şi fecundă *ideea unităţii ştiinţei.*

Cibernetica este o mişcare de idei şi o activitate reprezentativă pentru epoca noastră. Trăim într-o epocă de mari descoperiri ştiinţifice, care se succed într-un ritm viu. Cercetarea individuală nu mai poate conduce la realizarea, stăpînirea şi exploatarea descoperirilor noastre ; pentru a fi multilateral efecientă, cercetarea trebuie să fie colectivă.

---

[1] Tib. Popoviciu, în „Lupta de clasă“, 1961, nr. 10, p. 87.

[2] G. Klaus, în *Dialectica marxistă şi ştiinţele moderne*, p. 396.

S-a comparat cibernetica cu o „răscruce“ a diferitelor ştiinţe. Dar, pentru ca cibernetica să fie într-adevăr fructuoasă, diferitele ştiinţe care colaborează în cadrul ei trebuie să renunţe la orice pretenţie de ierarhie asupra altora. Spiritul care animează cibernetica trebuie să fie acela de a căuta în comun soluţii pentru problemele care nu pot fi rezolvate de către specialiştii dintr-o singură ştiinţă (Lemaire).

Să adăugăm că una din particularităţile multora din ştiinţele actuale este necesitatea lor de a recurge la *metode* puse la dispoziţie de alte ştiinţe ; astfel, geologia recurge la biologie, la chimie şi la fizica nucleară ; biologia nu se poate dezvolta fără fizică şi chimie etc. Acest ajutor reciproc pe care şi-l dau ştiinţele este mai mult decît un ajutor tehnic, de pildă de înzestrare cu aparataj. Fecundă este şi introducerea, în studiul multor probleme, a *punctului de vedere* al altui specialist, ca parte a unei *metodologii* mai bogate. Cibernetica este un exemplu semnificativ pentru interacţiunea tehnicii cu biologia : automate construite după modelul unor dispozitive biologice (bionică), automate *folosite* de către medici şi biologi, punctul de vedere ingineresc în examinarea unor structuri funcţionale ale organismelor vii etc. Totodată, cibernetica a fost şi este o nouă cale de introducere a matematicii în biologie, matematica fiind aici, mai mult decît o tehnică de cercetare, o adevărată metodă. În felul acesta, cibernetica reprezintă clar, importanţa crescîndă a matematicii în cercetarea ştiinţifică şi tehnică modernă, felul în care noi ramuri ale matematicii sînt create sub impulsul sau la cerinţele tehnicii în continuă dezvoltare.

Cibernetica nu este însă şi nu poate fi o metodă generală a ştiinţelor. După cum notează pe bună dreptate T. Popoviciu, „identificarea neştiinţifică a ciberneticii cu metoda generală a ştiinţelor provine din negarea specificului calitativ al diferitelor fenomene în al căror studiu cibernetica îşi găseşte aplicaţia. Această concluzie interpretează greşit faptul că formulele matematice care intervin în teoria informaţiei fac abstracţie de orice conţinut concret. Caracterul de generalitate al ciberneticii constă doar în faptul că studiază ceea ce este comun mai multor fenomene din punctul de vedere al transmisiei şi transformării informaţiei. Obiectul ei este deci tot parţial, deşi vizează fenomene deosebite calitativ. Cibernetica este şi rămîne o ştiinţă specială. Formulele ciberneticii trebuie interpretate adecvat specificului calitativ al fenomenului căruia i se aplică“ [1].

*

Bogăţia şi varietatea de probleme de interes filozofic actualizate de cibernetică este deosebit de mare. Însă în lipsa unei orientări metodologice juste, pe care nu o au ciberneticienii occidentali, eforturile teoretice riscă să ducă la greşeli şi la confuzii. Tot astfel, numai în socialism realizările practice ale ciberneticii pot fi pe deplin valorificate în interesul omului.

Esenţial ni se pare faptul că, prin aplicarea consecventă a materialismului dialectic cibernetica teoretică primeşte noi impulsuri pentru dezvoltare. Deşi cibernetica a fost şi este, în Occident, pretext de speculaţii, ea constituie un pas înainte în rezolvarea materialist-dialectică a problemelor diferitelor ştiinţe.

---

[1] Tib. Popoviciu, *loc. cit.*

UNITATEA LOGICULUI ȘI ISTORICULUI ÎN TEORIA LUI KARL MARX ASUPRA FORMELOR VALORII

de *G. ÖFFENBERGER*

> „Așa cum forma valoare simplă ca act singular de schimb al unei oarecare mărfi pe alta, conține într-o formă nedezvoltată toate contradicțiile principale ale capitalismului, tot așa cea mai simplă *generalizare*, prima și cea mai simplă formare de *concepte* (judecăți, silogisme etc.), înseamnă cunoașterea din ce în ce mai profundă de către om a legăturii *obiective* a lumii“ [1].
>
> *V. I. Lenin*

Pe baza analizei dialecticii formelor de valoare descoperite de Karl Marx și a formelor de judecată, a căror structură dialectică a fost interpretată — în mod materialist — de F. Engels pe baza unității dialectice a logicului și a istoricului, lucrarea de față intenționează să pună în discuție o *ipoteză* privind unul din factorii genezei *formei* judecății. (Nu a judecării !) Identitatea structurii dialectice a formelor valorii și a formelor de judecată, identitatea proprietăților formale ale formelor valorii și ale formelor de judecată, faptul că forma valorii, respectiv schimbul [2], reprezintă acel aspect al practicii social-economice care, spre deosebire de alte forme ale practicii, îmbracă aceeași *formă* cu cea a *formei* de judecată. Omul primitiv a judecat de cînd e om ; la fixarea *formei* judecății a *contribuit* (se înțelege că nu în mod exclusiv și nu ca atare), potrivit ipotezei de față, apariția formei valoare. Bineînțeles că pentru transformarea *ipotezei,* puse pe această cale în discuție, în *teză,* ar fi necesară studierea unui vast material etnografic și chiar cercetări ale gîndirii oamenilor comunei primitive ceea ce nu s-a putut opera de autor. Scopul principal al lucrării nu constituie însă prezentarea *ipotezei* ci analiza formelor valorii din punctul de vedere al logicii dialectice marxist-leniniste, pentru a contribui la scoaterea în evidență a logicii „paradigmatice“ (A. Joja) a *Capitalului.*

Manuscrisele economico-filozofice ale lui K. Marx din 1844, rămase pînă nu de mult inedite, sînt pătrunse de ideea unității filozofiei și economiei. În această lucrare de tinerețe, Marx analizează pe larg, întîi de toate, categoria „muncii“, împreună cu alte categorii economice ; Marx nu se rezumă însă la o simplă tratare economică, ci extinde, lărgește analiza categoriilor economice, tratîndu-le și sub aspect filozofic. Pe de altă parte, Marx dă în felul acesta o întemeiere *economică* a materialismului filozofic, deschizînd o nouă etapă și în istoria filozofiei. B. Fogarasi subliniază în această privință că „marxismul este întemeierea filozofică a economiei și întemeierea economică a filozofiei“ [1].

---

[1] V. I. Lenin, *Opere,* vol. 38, Ed. politică, București, 1959, p. 171—172.

[2] Care din punct de vedere formal, al structurii logice, poate fi echivalat cu forma simplă a valorii (20 de nuci de cocos = o blană de urs).

Roger Garaudy arată de asemenea că „cheia filozofiei marxiste se află în economie, și invers, economia marxistă nu poate fi înțeleasă decît plecînd de la filozofie, dar nu de la pozitivism, ci de la dialectica materialistă“ [2].

Temeiul real al gîndirii îl constituie practica social-istorică de miliarde și miliarde de ori repetată ; categoriile gîndirii reprezintă, în ultimă instanță, cristalizarea practicii generalizate : „Ideea este existența ideală a obiectului“ (Marx).

Problema fundamentală a filozofiei este raportul dintre materie și gîndire, dintre existență și conștiință. Marxism-leninismul a arătat că unitatea lumii constă în materialitatea ei. Formele cunoașterii, prin urmare atît cele senzoriale cît și cele raționale, logice, nu sînt de natură principial deosebită de corespondentul lor obiectiv. „Faptul că gîndirea noastră subiectivă și lumea obiectivă sînt supuse acelorași legi și nu se pot contrazice nici în rezultatele lor finale, ci trebuie să coincidă, domină în mod absolut întreaga noastră gîndire teoretică“ [3]. Relativa independență a formelor cunoașterii însă, faptul că gîndirea nu este în mod nemijlocit *realitate*, ci *reflectarea, reproducerea* ei, a dat naștere *iluziei speculative*, „independenței“ formelor gîndirii de realitatea social-istorică care le-a generat ; mai mult, gîndirea a fost considerată de Hegel demiurg al realului [4].

Problema cunoașterii a fost abordată de idealism în mod metafizic. Cum poate gîndirea, care este de natură *ideală*, să *reproducă*, să *reflecte* ceea ce nu este ideal ? Idealismul dă la această problemă un răspuns negativ, manifestat prin excelență în agnosticismul kantian care absolutizează deosebirea *relativă* a existenței și a reflectării ei, sau „rezolvă“ problema într-un mod speculativ prin iluzia speculativă, idealizînd obiectul cunoaşterii (poziţia idealismului obiectiv în genere, a panlogismului hegelian prin excelenţă).

---

[1] B. Fogarasi, *Marxizmus és logika*, Szikra, Budapest, 1947, p. 6.

[2] R. Garaudy, *Umanismul marxist*, Ed. politică, București, 1959, p. 16.

[3] F. Engels, *Dialectica naturii*, Ed. politică, București, 1959, p. 248.

[4] Vezi K. Marx și F. Engels, *Opere*, vol. II, Ed. politică, 1958, p. 64 și urm. Vezi cu privire la analiza *iluziei speculative* și studiul : R. Stoichiță, *Marx și actualii săi critici hegelieni*, în „Cercetări filozofice“, 1958, nr. 2.

Idealismul a fost criticat încă de filozofii materialişti premarxişti. De exemplu L. Feuerbach, în *Esenţa creştinismului,* susţine că idealismul acordă reflexului naturii umane universale o existenţă hipostaziată, independentă, fetişizată. Explicînd în felul acesta în mod critic originea abstracţiilor speculative, adică acordarea existenţei abstracte, generale, de natură ideală, o existenţă reală, Feuerbach a contribuit în mare măsură la critica inversiunii hegeliene a raportului dintre conştiinţă şi existenţă. Feuerbach însă nu reuşeşte să arate cauzele *sociale* ale interpretării idealiste a abstracţiilor.

În genere, în istoria filozofiei premarxiste nu s-a pus niciodată problema dacă „dificultatea" cunoaşterii nu are cumva rădăcini sociale, de clasă, economice. Deşi cunoaşterea izvorăşte din necesităţile vieţii practice, din necesităţile obiective şi nu speculative, totuşi *problema* cunoaşterii a constituit în filozofia idealistă o problemă de natură pur filozofică, „metafizică", generată de neidentitatea conştiinţei şi a existenţei.

Karl Marx a dezvăluit pentru prima oară în istoria filozofiei, în *Manuscrisele economico-filozofice,* misterul iluziei speculative, rădăcina „economică", socială, de clasă a idealismului prin teoria înstrăinării.

Marx face o amplă analiză a felului în care munca este înstrăinată în capitalism, arătînd că nu numai obiectul muncii şi mijloacele de muncă nu-i aparţin muncitorului, dar chiar munca sa efectivă şi rezultatul muncii sale constituie o proprietate străină, o proprietate a capitalistului. Munca omului îi apare sub forma unui obiect străin care-l domină. Ca urmare a acestui fapt, relaţiile dintre oameni, în primul rînd cele de producţie, îl domină şi ele pe om. Abstracţiile corespunzătoare acestor relaţii, idealul nefiind altceva decît realul transpus în conştiinţă, vor căpăta aspectul unei existenţe fetişizate, aparent „independente". Relaţiile sociale fetişizate în capitalism deşi produse de oameni, sînt totuşi înzestrate de puterea miraculoasă de a-l domina pe om. Acest fapt are drept urmare considerarea abstracţiilor logice ca independente de conştiinţa individuală umană care a produs respectivele abstracţii. Natura fetişizată a relaţiilor de producţie are, drept urmare poziţia idealistă, conceperea idealistă a formelor gîndirii [1]. Aceste abstracţii însă, avînd un caracter fix, imuabil au şi un caracter metafizic, rigid. Cauza caracterului aparent „independent" de realitatea reflectată a abstracţiilor, pe de o parte, caracterul neelastic al acestor abstracţii, pe de altă parte, rezidă, prin urmare, în înstrăinarea omului în societatea capitalistă. Marx, descoperind rădăcina istorică a acestor abstracţii ca fiind abstracţii corespunzătoare relaţiilor de producţie bazate pe exploatare, surprinde că natura speculativă a abstracţiilor reprezintă un fenomen istoric trecător, exploatarea omului de către om avînd de asemenea un caracter trecător. Abstracţiile ipostaziate sînt numai produsul unor anumite condiţii istorice, ele sînt produsul filozofiei claselor exploatatoare. În legătură cu această problemă Marx îl critică pe Proudhon, care atribuie un caracter veşnic abstracţiilor care se bazează numai pe o anumită treaptă a dezvoltării social-istorice. „El (Proudhon) n-a înţeles că categoriile economice sînt numai nişte abstracţii ale acestor relaţii sociale, că ele sînt adevăruri numai atîta timp cît aceste relaţii există.

---

[1] Vezi R. Stoichiţă *op. cit.*

Astfel d. Proudhon cade în greşeala economiştilor burghezi, care văd în aceste categorii economice legile eterne şi nu legi istorice, care sînt deci valabile numai pentru o anumită treaptă de dezvoltare istorică, pentru o dezvoltare determinată a forţelor de producţie.

Astfel, în loc să considere categoriile politice-economice ca pe nişte abstracţii ale relaţiilor sociale reale, trecătoare, istorice, d. Proudhon, datorită unei *inversiuni mistice,* vede în relaţiile reale doar închipuiri ale acestor abstracţii. Aceste abstracţii sînt formule care existau de la începutul începuturilor în stare latentă, în sînul lui dumnezeu-tatăl“ [1].

În societatea capitalistă, deoarece relaţiile umane scapă de sub stăpînirea oamenilor, abstracţiile corespunzătoare acestor relaţii capătă de asemenea o existenţă de sine stătătoare şi în acelaşi timp lipsită de elasticitate, de istoricitate. Cum interesul claselor exploatatoare este de a menţine, de a eterniza relaţiile care dau naştere „iluziei speculative“, se întîmplă ca acestea din urmă să existe atît timp cît există relaţiile sociale înstrăinate.

★

Idealismul caută să explice şi formele logice datorită iluziei speculative, din sine, fără legătura lor cu realitatea, cu practica socială, istorică-economică. Logicienii idealişti în general şi Hegel în special excelează în această privinţă, acordă logicului o independenţă absolută şi nu relativă faţă de istoricul real care a generat în ultimă instanţă logicul [1].

---

[1] Marx-Engels, *Scrisori despre „Capitalul“*, Ed. politică, Bucureşti, 1955, p. 19. Marx către Annenkov, 28 decembrie 1846 (subl. ns.).

Marx n-a avut ocazia să elaboreze „rădăcina economică" a formelor gîndirii, dar faptul că a considerat necesară dezvăluirea bazelor economice ale acestora din urmă se vede şi dintr-o scrisoare adresată lui Engels: „Ce-ar spune însă bătrînul Hegel dacă ar afla pe lumea cealaltă că Allgemeine nu înseamnă altceva în limba germană şi nordică decît pămîntul comun, iar Sundere, Besondere nimic altceva decît proprietatea particulară despărţită de pămîntul comunităţii. Prin urmare, aici categoriile logice rezultă în mod fatal din «relaţiile noastre» (unserem Verkehr) [2].

În altă parte analizînd circulaţia mărfurilor, Marx, scria: „M-B-M poate fi deci redus în mod abstract logic la silogismul P-G-S în care particularul formează prima extremitate, generalul veriga de mijloc care constituie legătura, iar singularul ultima extremitate" [3]. Şi mai departe: „Producţia, distribuţia, schimbul, consumaţia constituie astfel... un silogism în toată regula: producţia reprezintă generalul, distribuţia şi schimbul particularul, consumaţia, singularul în care se concretizează întregul complex" [4].

Marx nu a atribuit silogismului o existenţă materială în afara gîndirii, ca Hegel, pentru care formele de existenţă ale ideii „înstrăinate" au realitate în măsura în care se modelează după formele logice. Hegel *proiectează* judecata şi silogismul în „realitate"; pomul care se dezvoltă şi se ramifică este, de exemplu, pentru Hegel o judecată. Marx, dimpotrivă, după cum am văzut în cele de mai sus, arată că formele logice, avînd fundamentul lor în realitate, au originea lor gnoseologică în practica social-economică, ele constituind cristalizarea practicii generalizate ; şi tocmai din această cauză formele logice au un caracter *reflectoriu* şi nu demiurgic.

---

[1] „Afirm că succesiunea sistemelor filozofice în istorie este aceeaşi ca şi succesiunea în deducţia determinărilor logice ale ideii. Eu afirm că, dacă se *purifică* conceptele fundamentale ale sistemelor care au apărut în istoria filozofiei de ceea ce se referă la forma lor exterioară, la explicarea lor, la cazurile particulare etc. se obţin diferite trepte ale determinării ideii însăşi în conceptul ei logic" — arată Hegel. (Citat după V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 245—246). Deci logicul există independent de istorie, mai mult, după Hegel, istoricul se modelează după logic (Vezi şi P. V. Kopnin. *Dialectica,* kak logika, Kiev, 1961, p. 214 şi urm.).

[2] Marx-Engels, *Scrisori despre „Capitalul"*, Ed. politică, 1955, p. 168. Marx către Engels, 25 martie 1868. Marx nu se referă aici numai la o analiză etimologică, ci subliniază geneza economică a *categoriilor logice!* El spune: „Cercetările mele m-au dus la rezultatul că relaţiile juridice ca şi formele de stat, nu pot fi înţelese numai *din ele însele* (subl. ns.), nici din aşa-numita dezvoltare generală a spiritului omenesc, ci, dimpotrivă, îşi au rădăcinile în condiţiile materiale de existenţă..." (K. Marx şi F. Engels, *Opere alese în două volume*, ed. a II-a, vol. I, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1955, p. 370—371).

[3] K. Marx, *Contribuţii la critica economiei politice*, Ed. politică, Bucureşti, 1954, p. 95

[4] *Ibidem*, p. 213.

Dacă Hegel regăseşte modelul judecăţii în arborele care-şi desface ramurile, logica dialectică materialistă, aşa cum arată V. I. Lenin, descoperă acele fenomene ale realităţii care prin intermediul practicii sînt *reflectate* de *formele logice :*

N. B.
Categoriile logicii şi practica omenească.

> „Cînd Hegel se străduieşte — uneori chiar se încordează şi gîfîie din greu — să încadreze activitatea conformă unui scop a omului în categoriile logicii, spunînd că această activitate este «silogism» (Schluss), că subiectul (omul) joacă rolul unui «termen» în «figura logică» a „silogismului“ etc. — ÎN ACEST CAZ AVEM DE A FACE NU NUMAI CU O INTERPRETARE TRASĂ DE PĂR, NU NUMAI CU UN JOC. AICI ESTE VORBA DE UN CONŢINUT FOARTE PROFUND, PUR MATERIALIST. Trebuie răsturnat : activitatea practică a omului a trebuit să pună de miliarde de ori conştiinţa umană în situaţia de a repeta *diferite figuri logice* (subl. ns) pentru ca ele *să poată* căpăta semnificaţia unor *axiome. Nota bene acest* lucru [1].

De aceea „aforismul empiriştilor, nihili est in intellectu quod non prius fuerit *in sensu,* trebuie completat în spirit aristotelic : nihil qouque est in sensu qoud non prius fuerit in re“ [2].

1. IPOTEZA PRIVITOARE LA GENEZA JUDECĂŢII

Indicaţiile lui Marx menţionate mai sus cu privire la întemeierea *logicului* prin istoricul social economic au o importanţă foarte mare în legătură cu geneza formei judecăţii. V. I. Lenin ne dă şi în această privinţă o indicaţie foarte importantă, dezvăluind unitatea dialectică a logicului şi a istoricului în analiza dezvoltării formelor valorii la Marx. „Punct de plecare — existenţa, cea mai simplă, cea mai obişnuită, cea mai curentă, cea mai nemijlocită : o marfă („Sein“ în economia politică). Analiza ei ca relaţie socială. Analiza *dublă*, deductivă şi inductivă, logică şi istorică (formele valoare).

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 183—184. Vezi şi Ath. Joja, *Sociologia logicii :* „Principia nascuntur in civitate et fundatur in re“ („Contemporanul“, 1959, nr. 43, p. 681.

[2] Ath. Joja, *Elaborarea logicii dialectice de către V. I. Lenin în raport cu evoluţia generală a logicii*, în „Cercetări filozofice“, 1960, nr. 2.

Verificarea prin fapte, respectiv prin practică, se face aici la *fiecare* pas al analizei“ [1].

Principalele forme de judecată pe care le găsim la Engels şi la Hegel în *sistematica* şi succesiunea lor [2] (judecăţi de existenţă, reflexive, de necesitate şi conceptuale) au aceeaşi structură logică şi succesiune istorică ca şi formele de valoare descoperite de Marx [3].

Dacă însă la Hegel trecerea de la o formă la alta este de multe ori forţată, fapt care se datoreşte constructivismului speculativ al lui Hegel, la Marx trecerea de la o formă de valoare la alta este analizată pe baza materialismului concret istoric, economic şi de aceea are un caracter întemeiat.

În această ordine de idei, Engels arată că „răsturnarea dialecticii lui Hegel se bazează pe faptul că, după el, ea trebuie să fie «autodezvoltarea ideii» şi de aceea dialectica faptelor e doar reflexul lor, în timp ce dialectica din capul nostru nu este decît oglindirea dezvoltării reale care are loc în lumea naturii şi a istoriei omeneşti şi care se supune formelor dialecticii.

„Comparaţi bunăoară dezvoltarea, la Marx, de la marfă la capital cu dezvoltarea, la Hegel, de la existenţa (Sein) la esenţă (Wesen) şi veţi avea o paralelă minunată ; de o parte dezvoltarea concretă, aşa cum rezultă din fapte ; pe de altă parte, construcţia abstractă, în care idei foarte geniale şi, pe alocuri, treceri foarte importante, ca de pildă aceea a calităţii în cantitate şi invers sînt transformate într-o aparentă autodezvoltare a unei noţiuni din alta, şi exemple de acest fel s-ar putea da cu duzina...“ [4].

---

[1] V. I. Lenin, *op. cit.*, p. 318.

[2] F. Engels, *Dialectica naturii*, p .205 şi urm.

[3] Analiza dialecticii judecăţii şi a formei valoare o prezentăm în capitolul următor.

[4] K. Marx — F. Engels, *Scrisori despre „Capitalul“*, p. 334. F. Engels către Schmidt, 1 noiembrie 1891. „Logica dialectică e prin urmare ştiinţa formală, însă ea concepe formele gîndirii — reflexe sui-generis ale formelor obiective — ca formele unor conţinuturi, după cum în realitatea obiectivă formele exprimă, modelează şi sînt modelate de un conţinut dat“ (Ath. Joja, *Elaborarea logicii dialectice de către V. I. Lenin în raport cu evoluţia generală a logicii,* în „Cercetări filozofice“, 1960, nr. 2, p. 1).

Analiza atentă a raportului dintre forma valoare şi forma judecată demonstrează şi ea că „autodezvoltarea" formelor de judecată la Hegel are un temei speculativ, pe cînd Marx pe lîngă analiza deductivă redă şi dezvoltarea concret-economică a formelor valorii.

V. I. Lenin, combătînd teza idealistă a lui Bogdanov după care „existenţa socială şi conştiinţa socială sînt identice" [1], a subliniat primordialitatea existenţei, respectiv a existenţei sociale faţă de conştiinţa socială : „Din faptul că trăiţi şi gospodăriţi, că naşteţi copii şi produceţi produse, că schimbaţi aceste produse, se formează un lanţ al dezvoltării independent de conştiinţa voastră *socială,* care nu este niciodată cuprins pe deplin de aceasta din urmă. Suprema sarcină a omenirii este de a cuprinde această logică obiectivă a evoluţiei economice (evoluţia existenţei sociale) în liniile ei generale şi fundamentale, pentru ca să poată fi cît mai precis, mai clar şi cu spirit cît mai critic adaptate *la ea* conştiinţa socială şi conştiinţa claselor înaintate ale tuturor ţărilor capitaliste" [2]. Această teză a lui V. I. Lenin — primordialitatea „logicii obiective a evoluţiei economice" — este reluată şi de cercetătorul sovietic A. Spirkin. „Munca — spune A. Spinkin — presupune prezenţa conştiinţei şi totodată reprezintă condiţia necesară a apariţiei acesteia. În acest proces al apariţiei conştiinţei a avut loc procesul neîntrerupt al trecerii logice obiective a acţiunilor practice de muncă în logica subiectivă a gîndirii, a avut loc procesul «permutării» pe plan mintal şi prelucrarea practicii materiale colective în procesul ideal al oglindirii sociale a realităţii" [3].

Formele logice au fundamentul lor *in re,* aşa cum arată acad. Ath. Joja, în obiectele independente de conştiinţă şi de activitatea umană ; deci activitatea productivă a omului trebuia să se desfăşoare corespunzător legităţii (=logicii) obiective. „Logica obiectivă a evoluţiei economice (evoluţia existenţei sociale)" (Lenin) este determinată, la rîndul ei, de legitatea ontică. Formele logice au un caracter reflectoriu şi corespund fundamentului lor care există *in re,* tocmai pentru că activitatea economică productivă care a dat naştere acestor forme s-a desfăşurat — conform legităţii *ontice.* Activitatea economică productivă, munca, constituie prin urmare, o punte de legătură între formele logice şi fundamentul lor *in re.* Deci onticul determină prin intermediul practicii, prin social formele logice reflectorii ; formele reflectării care iau naştere prin practica socială au fundamentul lor *in re.*

---

[1] Citat de V. I. Lenin, *Opere,* vol. 14, Ed. politică, 1954, p. 316.

[2] V. I. Lenin, *Opere,* vol. 14, p. 319.

[3] A. Spirkin, *Proizhojdeniia soznaniia,* Gospolitizdat, Moscova, 1960, p. 21.

Fundamentul obiectiv al judecăţii este *raportul* (auto respectiv, heteroraportul) obiectiv existent, cu trăsăturile sale categoriale. Activitatea productivă a omului s-a desfăşurat întotdeauna prin *raporturile de producţie,* omul avînd prin excelenţă o natură socială. Activitatea productivă a omului nu poate să aibă loc fără judecarea, fără raportarea obiectelor reflectate de noţiuni [1]. Deci pentru ca raportul obiectiv, fundamentul ontic al judecăţii, să fie „permutat" (A. Spirkin) în gîndire, unde el apare sub *forma* judecăţii, a fost necesar ca *raportul,* ca formă de activitate productivă, socială, economică (*raportul* de producţie şi *formele de schimb),* să se generalizeze în practica de zi cu zi a oamenilor. Schimbul, formele valorii reprezintă un fenomen social-economic care pe lîngă faptul că reprezintă o formă explicitată a raportului, necesită şi intervenţia directă a gîndirii, a judecării, a evoluării de către om. Deoarece forma valoare — în stadiul preistoric schimbul — are aceeaşi structură dialectică pe care o găsim şi în fundamentul obiectiv al judecăţii (=raportul obiectiv) pe de o parte şi judecata logică pe de altă parte, susţinem *ipoteza* potrivit căreia formele valorii au constituit un aspect important al practicii sociale, care, alături de activitatea producătoare a omului, a contribuit (atît şi nu mai mult) la conturarea *formei* logice de judecată.

Să precizăm : ipoteza noastră susţine că fenomenul practic care presupune în mod *explicit, formalizabil* judecata a *contribuit* la *conturarea* judecăţii ca *formă logică* (nu la judecarea oamenilor, care se înţelege că există de cînd există omul !). Evident că omul *a judecat* şi atunci cînd încă nu a făcut schimb. Producţia *premergătoare* schimbului presupune *judecarea ;* noi susţinem doar *ipoteza* după care prin *schimb,* ca rezultat al producţiei, se întăreşte, se bătătoreşte, se mediază o asemenea activitate de miliarde de ori repetată, care are aceeaşi dialectică, aceleaşi proprietăţi formale ca şi judecata [2]. Rolul schimbului în geneza judecăţii nu este deci cel de a declanşa *judecarea,* ci cel de a bătători — ca să-l parafrazăm pe I. P. Pavlov — structura, *forma de judecată.*

---

[1] „Privirea logică pe care omul o aruncă în sfera naturii care-l înconjoară nu poate ajunge acolo fără a străbate sfera socialului, în speţă modul său de existenţă socială, care într-un anumit sens este în el însuşi" (I. Banu, *Aprecierea critică a momentului socratic,* în *Studii clasice,* vol. II, 1960, p. 105).

[2] Schimbul şi forma valorii au aceleaşi proprietăţi *formale :* forma valorii simple are aceeaşi formă (20 de coţi de pînză = o haină) cu schimbul în societatea bazată pe clase.

Hegel explică geneza judecăţii prin autodezvoltarea, scindarea conceptului : „Judecata este scindarea (Diremption) conceptului prin el însuşi“ [1]. Ca atare, determinările judecăţii vor fi identice cu cele ale conceptului : individualul, particularul, generalul. Metoda dialectică, structura, osatura întregului sistem hegelian, care se întemeiază pe legea negării negaţiei şi a opoziţiei contrariilor, o vom regăsi în clasificarea dialectică a judecăţilor. Aşa cum întregului sistem hegelian îi este proprie „triada“, aceasta din urmă nu lipseşte nici în *Ştiinţa logicii*. „Teza“ sau determinarea iniţială în *Ştiinţa logicii* este *teoria fiinţei,* care este negată de *teoria esenţei,* iar aceasta din urmă de *teoria conceptului.* În cadrul teoriei conceptului, uniunea nediferenţiată, *conceptul* se scindează în judecată, care va da naştere, prin procesul negării negaţiei, raţionamentului. În teoria hegeliană a conceptului judecăţii îi revine rolul scindării, al negării. În clasificarea judecăţilor, Hegel rămîne fidel principiului său „triadic“ care are de asemenea o natură dialectică ; în teoria judecăţii, care ea însăşi reprezintă de altfel, ca întreg, momentul scindării în cadrul teoriei Conceptului, vom regăsi de asemenea mişcarea dialectică conform principiului triadei. Judecata de existenţă nemijlocită va fi negată de judecata reflexivă şi de necesitate, iar cea conceptuală va realiza reuniunea, momentul final al negării negaţiei. „Restabilirea *identităţii* conceptului (la un nivel superior, prin forma logică a raţionamentului — n. ns. G. Ö.) este scopul *mişcării* judecăţii“.

Meritul lui Hegel constă în explicitarea acelui mecanism logic al gîndirii prin care o judecată cu o valoare de cunoaştere oarecare trece într-una cu o funcţie cognitivă superioară ei. Acest mecanism apare la Hegel, aşa cum am subliniat mai sus, într-un mod mistificat ; conceptul se autodedublează, se scindează în virtutea propriei sale contradicţii, şi *numai datorită ei* în judecată, ca aceasta din urmă să treacă prin medierile respective în raţionament. Evident că prin automişcarea formelor logice ipostaziate nu se poate explica decît într-o formă mistificată, panlogistă clasificarea dialectică a judecăţilor. Ignorarea rolului practicii sociale, istorice-economice, şi în primul rînd a istoriei ştiinţei, în explicarea trecerii de la forma judecăţii cu valoare cognitivă restrînsă la forme de judecată cu funcţie cognitivă superioară, limitează meritul lui Hegel la elaborarea unor aspecte *pur* logice ale clasificării dialectice a judecăţilor ; logica dialectică însă „nu este ştiinţă pură, cum pretindea Hegel, ci ştiinţă mediată (de activitatea omului) în toată amploarea ei“ [1]. Aspectul istoric —, felul în care în *istoria cunoaşterii omeneşti,* datorită practicii de miliarde şi miliarde de ori repetate şi datorită necesităţii de a reflecta realitatea obiectivă cît mai adecvat, s-a impus apariţia formelor judecăţii cu caracter reflectoriu din ce în ce mai valid — este un fapt cu totul ignorat de Hegel. Aşa cum arată Marx, rolul muncii în cunoaştere este explicat cu totul abstract şi în *Fenomenologia spiritului.* „Unica muncă pe care o cunoaşte şi o recunoaşte Hegel este cea abstract-spirituală“ [2]. Dacă Hegel a explicat unele aspecte *logice* ale derivării formelor de judecată unele din altele, supraordonarea respectiv subordonarea lor, datorită poziţiei sale idealist-obiective, datorită panlogismului său, n-a putut explica *geneza* judecăţii, aspectul *istoric* al clasificării dialectice a judecăţilor. Cum însă logicul rezumă istoricul, redă legitatea istoricului în mod indirect prin descrierea mecanismului pur logic al clasificării dialectice a *judecăţilor,* Hegel a contribuit şi la stabilirea istorică a apariţiei judecăţilor [3].

---

[1] G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, vol. II, Ed. Meiner, Leipzig, 1934, p. 266.

În primul rînd Hegel posedă măiestria sofistică de a prezenta drept proces al închipuitei entităţi a intelectului, al subiectului absolut, procesul prin care, cu ajutorul intuiţiei senzoriale şi al reprezentării, filozoful trece de la un obiect la altul. În al doilea rînd, înăuntrul expunerii *speculative,* Hegel face foarte adesea o expunere *reală* care surprinde *lucrul* însuşi. Această dezvoltare reală *înăuntrul* dezvoltării speculative a noţiunilor îl determină pe cititor să ia dezvoltarea speculativă drept reală iar dezvoltarea reală drept speculativă [4]. Clasificarea dialectică a judecăţilor potrivit principiului unităţii logicului şi a istoricului este posibilă, cum am arătat mai sus, numai de pe poziţiile logicii dialectice materialiste[1]. Logicienilor marxişti le revine sarcina să elaboreze moştenirea lăsată de K. Marx, F. Engels şi V. I. Lenin şi în această problemă.

---

[1] Ath. Joja, *Elaborarea logicii dialectice de către V. I. Lenin...,* „Cercetări filozofice“, 1960, nr. 2, p. 33.

[2] K. Marx, F. Engels, *Die heilige Familie und andere philosophische Früschriften,* p. 83. Vezi cu privire la analiza rolului muncii în apariţia formelor logice, F. Engels, *Dialectica naturii,* p. 153 şi urm. H. Wald. *Teoria leninistă a reflectării împotriva filozofiei şi sociologiei burgheze de astăzi,* în culegerea *50 ani de la apariţia operei lui V. I. Lenin, Materialism şi empiriocriticism,* Ed. Acad. R.P.R., p. 150—155.

[3] Menţionăm că şi cercetările antropologului Fritz Graebner confirmă că judecăţile de necesitate au apărut în istoria cunoaşterii după cele de existenţă şi cele reflexive. În gîndirea primitivilor substanţialitatea lucrurilor cedează locul însuşirilor şi efectelor obiectelor. Acest fapt se reflectă oarecum şi în limba lor, prin faptul că recunoaşterea originară a obiectelor se făcea prin însuşirile lor caracteristice, fără fixarea vreunei noţiuni generice (Fritz Graebner, *Das Weltbild der Primitiven,* Ed. Reinhardt, München, 1924, p. 73). Şi în clasificarea dialectică a judecăţilor ordinea logică a judecăţii din necesitate, în care subiectul este luminat prin genul căreia îi aparţine, se află după judecăţile de existenţă şi reflexive.

[4] K. Marx şi Fr. Engels, *Opere complete,* vol. 2, Ed. politică, 1958, p. 166.

La nivelul satisfacerii nemijlocite a trebuinţelor omului, raportarea obiectelor (respectiv a noţiunilor care reflectă obiectele) nu se află în centrul activităţii economice. Schimbul de mărfuri însă presupune *raportarea* obiectelor, prin urmare evaluarea lor a descoperirii *identităţii în lucruri diferite,* pentru că altfel schimbul nu ar avea nici o raţiune. Or, judecăţii îi este proprie *raportarea,* punerea în legătură a noţiunilor care reflectă obiectele, însă obiecte reflectate de noţiuni care la nivelul unei producţii relativ dezvoltate, cînd omul nu mai produce exclusiv pentru satisfacerea nevoilor sale proprii, ci îi rămîne un surplus pentru schimb, se transformă din obiecte utile în mărfuri. Schimbul se manifestă ca o evaluare practică, economică a obiectelor utile diferite, mai tîrziu a obiectelor diferite devenite mărfuri, astfel apare şi acel fenomen economic care *contribuie* la explicitarea, la conturarea structurii, *formei logice* de judecată (nu la activitatea subiectivă de judecare). Prin urmare judecata ca şi gîndirea şi limbajul în genere, a apărut în şi prin dezvoltarea muncii şi a activităţii social-economice[2].

---

[1] Aşa cum arată M. N. Alekseev „coincidenţa logicului şi a istoricului a fost elaborată prima dată de Fr. Engels, care în genere trebuie să fie considerat întemeietorul clasificării ştiinţifice, dialectice a judecăţilor" (Alekseev. *Dialektika form mîşleniia,* Ed. Univ. Moscova, p. 161).

[2] Că schimbul dintre mărfuri nu este posibil fără evaluare, fără judecată de valoare (am spune mai precis fără judecată de evaluare), au observat şi economiştii burghezi. R. Thurnwald arată că „atunci cînd primitivul a înţeles raportul care poate exista între două obiecte în ceea ce priveşte *utilizarea* lor a ajuns la întrebuinţarea *judecăţii de valoare* în privinţa interesului pe care-l joacă fiecare obiect în schimb; valorile de acum tind să se stereotipizeze" (R. Thurnwald, *L économie primtive,* Payot, Paris, 1937, p. 338). M. O. Kosven observă în această privinţă: „O dată cu dezvoltarea muncii apare şi intervine în schimb un nou element care exercită o influenţă deosebită asupra lui: noţiunea de valoare, care transformă adînc schimbul. Acum ambele părţi care fac schimbul se conduc nu numai după ideea generală, despre necesar, ci *calculează şi compară* bunurile pe care le schimbă, ţinînd seama în acelaşi timp de calitatea şi de cantitatea obiectelor de schimb. Schimbul impune condiţia valorii egale sau, potrivit termenului din economia politică, echivalenţa obiectelor schimbate. Această echivalenţă este, desigur, greu de realizat în schimbul în natură. Lucrul cel mai simplu este să se schimbe direct două obiecte unice, necesare părţilor şi de valoare aproximativ egală. Într-un schimb slab dezvoltat se folosesc de obicei o serie de lucruri sau obiecte care se schimbă întotdeauna unul contra celuilalt. De exemplu, o lance se schimbă pe un vas de lut, o găină pe un săculeţ de sare etc. Dacă una din părţi dă un obiect de mare valoare, numărul sau cantitatea obiec

Evident că judecarea a fost prezentă în fiecare acţiune practică, productivă. Cînd omul primitiv şlefuieşte o piatră şi o transformă în unealtă, fără îndoială că *judecă ;* cînd vede o fiară şi anunţă, semnalizează pericolul, procedează *judecînd*. Dar de *forma logică* în care judecă (dacă non-A, atunci B ; dacă nu semnalizează pericolul, atunci fiara ne surprinde), de *structura* logică a mişcării gîndirii sale nu putea să fie conştient. Ştim că *formele* gîndirii au fost descoperite de Aristotel, deci atunci cînd omul-filozof a început să reflecteze asupra gîndirii sale însăşi. Deci schimbul ca activitate social-economică nu avea cum să determine apariţia judecării. Dar schimbul presupune în mod incontestabil prezenţa procesului psihic al *evaluării* (ceea ce nu e altceva decît o judecată entimematică). Schimbul presupune folosirea negaţiei, 20 de coţi de pînză $\neq$ 25 de coţi de pînză, a relaţiei de mai mare, mai mic, *diferenţierea* obiectelor, identificarea lor etc. Deci schimbul reprezintă o asemenea activitate practică, economică-socială, acea „figură logică“ [1], care, avînd aceeaşi structură logică, aceeaşi *formă* ca cea a judecăţii, a *contribuit* (se înţelege pe lîngă alte „figuri logice“ inerente practicii de miliarde de ori repetate) la consolidarea *formei* de judecată. Este îndeobşte cunoscut că dacă Marx nu a lăsat o „Logică“ (cu literă mare) el a lăsat în schimb logica *Capitalului* şi ea trebuie să fie folosită la maximum în problema care ne interesează [2]. Că a avut intenţia să expună el însuşi într-un mod sistematic şi explicit concepţia sa privitoare la metoda sa logic-dialectică rezultă şi din scrisoarea lui din 14 ianuarie 1858, adresată lui Engels : „Dacă aş mai avea vreodată timp pentru asemenea lucrări, tare aş vrea să fac accesibil înţelegerii omului de rînd, cu ajutorul unei lucrări de 2—3 coli de tipar, elementul raţional din metoda descoperită, dar totodată mistificată de H (Hegel)“.

Referindu-se la elaborarea logicii dialectice, acad. Ath. Joja subliniază de asemenea că „Marx nu a indicat numai adevărata

---

telor oferite de cealaltă parte se măreşte sau intră în schimb o corelaţie întreagă de obiecte diferite.

O dată cu dezvoltarea schimbului intervine în circuit un obiect care întruneşte în el calitatea şi funcţia atît de mijloc de schimb, cît şi de măsură a valorii. Apariţia unui astfel de obiect constituie o nouă etapă însemnată în dezvoltarea schimbului. În circulaţia primitivă figurează deobicei cîteva obiecte de acest fel. Ele pot, desigur, să nu participe direct la operaţiile concrete ale schimbului, jucînd doar un rol abstract. Dar anumite particularităţi ale acestor obiecte fac ca ele să devină mijloace curente reale de plată, un fel de obiect-bani etc.“ (M. O. Kosven, *Introducere în istoria gîndirii primitive*, Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1957, p. 167—168).

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 184.

[2] *Ibidem*, p. 317.

natură a formelor şi categoriilor logice, ci a realizat, într-o formă *paradigmatică*, dialectica în *Capitalul*" [1].

Teza pe care vom căuta s-o demonstrăm este următoarea : structura logică-dialectică a formelor valorii descoperite de Marx este aceeaşi cu *structura dialectică a judecăţilor*. Distingem deci între a) *ipoteza* de ordin *genetic*, după care schimbul a *contribuit* prin repetarea judecării inerente procesului de schimb, la apariţia judecăţii ca *formă logică*, şi b) identitatea *structurii* logice a formei valoare şi a formei judecată.

Vom încerca să analizăm identitatea structurală a raporturilor „formă valoare" şi a raportului judicativ, pe de o parte, şi vom arăta corespondenţa formelor valorii cu formele judicative ; de asemenea vom arăta şi dialectica trecerilor formelor de judecată şi a formelor valoare din forme inferioare în forme superioare, potrivit principiului unităţii logicului şi a istoricului.

2. DIALECTICA RAPORTULUI „FORMĂ VALOARE" ŞI „FORMĂ DE JUDECATĂ"

Vom urmări deci felul în care apar formele valorii la Marx potrivit unităţii logicului şi istoricului. Această problemă are două aspecte ; sîntem cu totul de acord cu observaţiile lui M. M. Rozental, care arată că „dezvoltarea logică a noţiunilor formelor valoare-singulară, totală, generală şi bani — este o profundă reflectare teoretică a procesului istoric real de dezvoltare a producţiei şi circulaţiei de mărfuri. Din exemplul cercetării formelor valorii se poate vedea limpede că Marx îşi întemeiază analiza logică pe generalizarea unui mare număr de fapte istorice. Însăşi reflectarea istoricului în desfăşurarea logică a gîndirii nu este altceva decît cercetarea faptelor reale, a practicii sociale reale" [2]. Spre părerea noastră de rău, M. M. Rozental nu analizează această idee mai pe larg. Remarcăm în legătură cu ea că Rozental se referă la unitatea logicului şi istoricului — aşa cum rezultă din citatul de mai sus — considerînd formele *reale* de valoare din viaţa economică drept istoric, iar analiza lui Marx o numeşte „logică". Vom căuta să demonstrăm că formelor de valoare care şi *istoric* şi *logic* au aceeaşi succesiune — valoare simplă, totală generală, bani — le corespund din punctul de vedere al dialecticii individualului şi a generalului formele logice de judecată, care de asemenea, în succesiunea lor istorică şi logică deopotrivă, corespund formelor de valoare [1].

---

[1] Ath. Joja, *Elaborarea logicii...*, în „Cercetări filozofice", 1960, nr. 2, p. 11 (subl. ns.).

[2] M. M. Rozental, *Problemele dialecticii în Capitalul lui Marx*, E.P.L.P., Bucureşti, 1959, p. 336.

Din analiza lui Marx a dezvoltării formelor valorii se poate surprinde că succesiunea istorică-logică a formelor valorii corespunde succesiunii istorice-logice a formelor de judecată. Am putea spune că în această analiză unitatea dialectică dintre logic şi istoric se manifestă într-o formă pură, deoarece găsim aici o corespondenţă aproape perfectă şi multilaterală. Avem în orice caz o corespondenţă pe trei planuri : 1) unitatea logicului şi a istoricului în dezvoltarea formelor valorii (formele de valoare au apărut în istorie urmînd aceeaşi succesiune cu cea analizată logic de Marx : forma de valoare simplă, totală, generală, bani) ; 2) unitatea logicului şi a istoricului în dezvoltarea formelor de judecată (dezvoltarea istorică a formelor de judecată : a judecăţii de existenţă, reflexivă, de necesitate şi conceptuală coincide cu deducţia logică a acestor forme) ; 3) unitatea logică-istorică a formelor de judecată. Problema genezei judecăţii nu o mai continuăm.

Marx începe analiza formelor valorii cu marfa, care are valoare de întrebuinţare, aceasta din urmă constituind „forma de existenţă concret senzorială a mărfii“ (handgreiflich sinnliche Daseinsform) sau forma sa naturală (Naturalform) în vreme ce forma *de valoare* a mărfii este *forma sa socială* [2].

Problema care apare în urma dezvoltării schimbului constă în modalitatea exprimării valorii unei mărfi : „cum dobîndeşte ea (valoarea — *n.ns. G. Ö)* o formă proprie de manifestare (eigene Erscheinungsform) ? *Prin raportul mărfurilor deosebite.* Pentru a analiza în mod just *forma* conţinută într-un asemenea raport trebuie să pornim de la structura ei cea mai simplă, cea mai nedezvoltată. Raportul *cel mai simplu* pe care îl are o marfă constă evident, *în raportul ei faţă de o singură altă marfă,* indiferent *care. Raportul a două mărfuri* constituie *deci cea mai simplă expresie de valoare a unei mărfi*“[1].

---

[1] Presupunem cunoscute formele de judecată cu caracteristicile lor. Cu această ocazie subliniem doar acele trăsături ale acestora din urmă care ne sînt necesare pentru a demonstra că respectivele forme de judecată au trăsături corespunzătoare pe plan logic cu caracteristicile formelor valorii. Reamintim doar că, aşa cum Marx numeşte forma simplă a valorii drept formă individuală, pe cea totală drept particulară şi pe cea generală drept generală, tot aşa Engels caracterizează judecata de existenţă ca fiind singulară, pe cea reflexivă şi de necesitate drept particulară, iar pe cea conceptuală drept universală. La această problemă, de altfel, revenim pe larg.

[2] K. Marx, F. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, Dietz, Berlin, 1955, p. 262. În analiza formelor valorii ne vom referi în primul rînd la lucrarea lui Marx *Die Wertform* (Forma valoare), deoarece, aşa cum scrie Marx lui Engels (vezi K. Marx şi F. Engels, *Briefe über Das Kapital*, Dietz Verlag, Berlin, 1954, p. 137), această precizare este mai bine structurată, sînt scoase în evidenţă trecerile mai bine decît în versiunea din primul capitol al *Capitalului*.

Proprie oricărei forme de valoare este forma de valoare relativă şi forma de echivalent. Însă la acest nivel al analizei putem surprinde că forma relativă este reflectată pe plan logic de subiectul judecăţii, iar forma de echivalent de predicat.

Această marfă care îşi exprimă valoarea sa într-o altă marfă (la fel ca subiectul care îşi dezvoltă natura sa prin predicat) diferită de ea însăşi, se află în *forma relativă a valorii,* iar în *forma de echivalent* se află marfa care serveşte ca material de expresie a valorii (forma de echivalent este reflectată de predicatul judecăţii, care „luminează“ subiectul ; natura subiectului este „măsurată“ în cea a predicatului şi în logică). Trăsăturile generale ale formelor valorii, scoase în evidenţă de Marx (a formei relative şi a formei de echivalent) şi pe care le vom discuta mai jos, vor sublinia identitatea structurală a judecăţii şi a formei valoare.

În cele din urmă vom urmări pas cu pas textul lui Marx din articolul *Die Wertform* şi vom căuta să arătăm felul în care succesiunea formelor valorii corespunde cu succesiunea formelor de judecată în clasificarea dialectică a judecăţilor.

Se înţelege că dialectica formelor valorii nu poate să fie identică cu dialectica clasificării dialectice hegeliene a judecăţilor. „Logica lui Hegel nu poate fi *aplicată* întocmai şi nu poate fi luată aşa cum se prezintă. Trebuie să fie *alese* dintr-însa nuanţele logice (gnoseologice), curăţînd-o de Ideenmystik şi aceasta înseamnă o muncă considerabilă“ [2].

Poziţia idealismului obiectiv a lui Hegel a răsturnat raportul dintre existenţă şi gîndire, acordînd gîndirii o forţă mistică de demiurg a realului. La Hegel, autodezvoltarea, autoscindarea conceptului şi dialectica laturilor contrare ale acesteia determină dezvoltarea formelor de judecată de la cea a existenţei nemijlocite pînă la cea conceptuală ; Marx, în analiza dialecticii dezvoltării formelor valorii, nu procedează pur deductiv, ci pe baza unui imens material istoric cercetat ; e interesant însă să remarcăm că Marx subliniază că a cochetat *tocmai în analiza dialecticii formelor valorii* cu dialectica hegeliană. „De aceea m-am declarat în mod deschis discipol al acestui mare gînditor şi, în *capitolul despre teoria valorii* am cochetat chiar pe alocuri cu felul lui caracteristic de a se exprima. Mistificarea pe care dialectica a suferit-o în mîinile lui Hegel, n-a împiedicat cîtuş de puţin ca el să fi expus pentru prima oară în mod cuprinzător şi conştient formele ei generale de mişcare" [1].

---

[1] K. Marx-Fr. Engels, *op. cit.*, p. 262.
[2] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 264

Dialectica hegeliană, datorită poziţiei sale obiectiv-idealiste, este viciată pînă în rădăcini, dar „cu toate acestea, meritele sale în logică sînt excepţionale atît pentru consideraţiile sale generale cît şi pentru *clasificarea judecăţilor* [2].

Marx, înainte de a trece la discutarea formelor valorii (simplă, totală, generală, forma bani) a căror succesiune istorică-logică corespunde cu sistematica formelor de judecată (de existenţa nemijlocită, reflexivă, de necesitate, conceptuală), fapt ce confirmă unitatea dialectică al ogicului şi a istoricului [3], face o caracterizare a formei relative şi a formei de echivalent, sugerînd astfel implicit — trăsăturile care scot în evidenţă identitatea structurală a dialecticii judecăţii şi a dialecticii formelor de valoare în genere :

a) forma relativă şi forma de echivalent sînt momente de nedespărţit ale aceleiaşi expresii, ale aceleiaşi forme de valoare (aşa cum subiectul şi predicatul sînt termeni ai aceluiaşi raport logic) ;

b) cele două forme de valoare sînt „*extreme opuse,* sau care se *exclud reciproc,* adică poli ai aceleiaşi expresii de valoare" [4] (ca şi judecata, în care subiectul şi predicatul sînt termeni polari) ;

c) forma valoare exprimă identitatea şi diferenţa celor doi poli (forma relativă şi cea de echivalent, respectiv a subiectului şi a predicatului logic).

Raportul judicativ, după cum se ştie, are în general următoarele caracteristici : polaritatea (lipsa termenului mediu), reflexiunea, adică manifestarea esenţei subiectului în predicat şi invers unitatea identităţii şi a deosebirii. Aceste trăsături sînt proprii şi formelor de valoare, care au în primul rînd un caracter polar, deoarece lipseşte termenul de legătură dintre forma relativă şi cea de echivalent (termenul de legătură între forma relativă şi cea de echivalent, marfă-bani-marfă, are loc pe o treaptă superioară a dezvoltării formelor valorii). Forma relativă se reflectă, exprimă natura sa în cea de echivalent, care, la rîndul ei, poate să se transforme, în cazul schimbului neevoluat, în forma relativă, iar pentru ca schimbul să aibă loc trebuie să existe o identitate în diversitate, o identitate a mărfurilor cu valori de întrebuinţare diferite.

---

[1] Marx, *Capitalul*, 1957, p. 54 (subl. ns.).

[2] Ath. Joja, *Elaborarea logicii*... în „Cercetări filozofice", 1960, nr. 2 p. 34 (subl. ns.). „De altfel o adevărată logică dialectică nici Hegel n-a degajat cu claritate, nici el n-a constituit — cu excepţia capitolelor clasificării judecăţilor — un corespondent dialectic al organonului formal" (Ath. Joja, în „Cercetări filozofice", 1960, nr. 4, p. 135).

[3] Vom căuta mai jos să arătăm în mod concret că forma simplă corespunde judecăţii de existenţă nemijlocită, cea totală celei reflexive, cea generală celei de necesitate, cea de bani celei conceptuale ; vom semnala şi trecerile de la o formă de valoare la alta care corespund trecerilor unei forme de judecată într-una superioară ei.

[4] K. Marx şi F. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, p. 273.

În sfîrşit, *structura categorială* a formei valoare şi a raportului judicativ este aceeaşi ; forma relativă = forma de echivalent ; subiectul este predicat. Funcţia formei valorii constituie un raport economic care este întru totul *analog cu raportarea judicativă.*

Pentru ca forma valoare să existe este necesară prezenţa „termenilor extremi", a celor două forme (a formei relative şi a celei de echivalent). O marfă nu-şi poate exprima propria ei valoare prin ea însăşi ; „nu pot, de exemplu, să exprim valoarea pînzei prin pînză, *20 de coţi de pînză = 20 de coţi de pînză* nu este o expresie de valoare, ci exprimă doar un cuantum anumit al obiectului util, al pînzei. *Valoarea* pînzei nu poate fi exprimată decît într-o *altă marfă,* adică numai *în mod relativ. Forma valoare relativă* a pînzei presupune deci ca o altă *marfă oarecare* să se afle faţă de ea în *formă de echivalent*"[1]. Aşa cum judecata tautologică a lui Antistene „omul e om" este sterilă pentru că e lipsită de raportare (raportarea presupune doi termeni *(diferiţi)* care sînt identici numai sub un anumit *raport),* tot aşa şi forma valoare presupune doi termeni diferiţi, cu funcţie diferită: forma relativă (analogul subiectului) şi forma de echivalent (analogul predicatului). Pe de altă parte, marfa, care exprimă forma de echivalent, nu se poate afla în acelaşi timp în forma de valoare relativă, deoarece ea nu-şi exprimă propria ei valoare, ci serveşte la schimbarea celeilalte mărfi. Din diferite puncte de vedere este posibil ca, în urma „conversiunii" ecuaţiei (Marx), o marfă care era de formă echivalentă să ocupe poziţia formei relative, dar niciodată în acelaşi timp sau din punctul de vedere al aceluiaşi producător. Atît forma relativă cît şi forma de echivalent sînt expresii necesare ale formei valorii[2]. Forma valoare nu poate exista, prin urmare, în forma judecăţii tautologice, sau (după denumirea lui Hegel) în forma judecăţii pozitiv-infinite ; dar, am adăuga noi, nici în forma judecăţii-negative-infinite nu se poate afla forma valorii. Hegel consideră că „judecata se despică (zerfällt) în : a-a, în raportul gol de identitate : individualul este individual, judecata de identitate şi b-b, în totala necorespondenţă a subiectului şi a predicatului, judecata aşa-zis infinită“ [1]. Sau în altă parte: „În judecata identică şi infinită este suprimată (aufgehoben) relaţia dintre subiect şi predicat“ [2]. Dacă prima formă nu poate realiza raportul judecativ pentru că termenii raportului ar fi într-o identitate abstractă (20 de coţi de pînză = 20 de coţi de pînză), nici în forma judecăţii negativ-infinite nu se poate afla forma valorii, pentru că nici această judecată din urmă nu poate realiza în fond raportul judicativ: 20 de coţi de pînză $\neq$ 20 de cercuri pătrate ar fi o judecată negativ-infinită, deoarece nici genurile proxime ale predicatului negat, ale formei echivalent negate, nu pot fi echivalente vreodată cu subiectul, cu forma valoare relativă [3]. Distincţia dintre judecata negativ-infinită şi judecata negativă am arătat-o în altă parte. Că există forme de valoare care îmbracă aspectul unei judecăţi negative (nu negativ-infinite !) este evident. De exemplu 20 de coţi de pînză nu au o valoare egală cu două haine, sau o haină nu are o valoare egală cu 22 de coţi de pînză (exemplele aparţin lui Marx) [4]. De ce poate exista totuşi forma de valoare în această formă negativă ? Pentru că atît pînza cît şi haina au o *calitate* comună şi raportul pozitiv nu se poate realiza numai din punct de vedere cantitativ. Calitatea comună celor două mărfuri, cum bine ştim, este genul comun al muncii concrete, inerente în ambele mărfuri diferite: munca abstractă. În cazul de faţă avem doar intenţia să arătăm că acele două forme de pseudo-judecată în care nu se poate realiza raportarea judicativă dintre *S* şi *P* exprimă tocmai corespondentul logic al unor echivalenţe economice prin care raportul formei valorii nu poate exista [5]. Aşa cum forma raportului judicativ presupune o identitate şi diferenţă a termenilor judecăţii (şi judecăţile negative realizează, prin substituirea predicatului negat cu genul proxim, o legătură între *S* şi *P)*, tot aşa şi formele valorii. Deci şi condiţia realizării raportului judicativ, ca şi a raportului care se exprimă în formele de valoare, este aceeaşi : identitatea a două obiecte diferite care nu conţin muncă omenească abstractă, valoare, deci nu au un temei comun, nu putea să exprime nici forma valorii [1].

---

[1] K. Marx şi F. Engels, *op. cit.*, p. 263.
[2] *Ibidem*, p. 264 şi urm.

---

[1] Hegel, *Enciclopedie*, § 173.

[2] Idem, *Opere*, vol. III, § 21, p. 151.

[3] Vezi în această privinţă analiza noastră din *Judecata infinită în logica formală şi în logica dialectică*, în „Cercetări filozofice“, 1957, nr. 4.

[4] K. Marx - Fr. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, p. 264.

[5] Lui Aristotel i-a părut ciudat că cinci perne pot fi schimbate cu o casă, pentru că nu a văzut identitatea calitativă a celor două mărfuri distincte şi a considerat că identitatea lor poate să rezide numai în „ceva străin naturii obiectelor schimbate“ etc. Aristotel, care a descoperit în mod explicit şi forma de judecată, fundamentînd-o pe baza predicabilităţii genului despre specie, deci pe baza identităţii generice a termenilor raportaţi, Aristotel care „a analizat pentru prima dată, şi de cele mai multe ori într-o formă de obicei mai reuşită decît urmaşii săi moderni, forma valorii, precum şi multe alte forme ale valorii sociale şi naturale“ (K. Marx, *op. cit.*, p. 273), datorită limitelor sale istorice n-a putut întemeia forma valoare, pentru că în condiţiile societăţii sclavagiste nu putea descoperi identitatea calitativă a diferitului, a formei relative şi a formei de echivalent.

Din cele de pînă acum urmează că o marfă nu-şi poate exprima valoarea sa prin ea însăşi, la fel cum judecata nu poate exista într-o formă tautologică, dacă nu predicăm ceva despre subiectul ei, dacă o altă noţiune nu serveşte drept „echivalent", drept predicat pentru subiectul dat. „*20 de coţi de pînză* = *20 de coţi de pînză* este o tautologie, în care nu este exprimată nici valoarea, nici mărimea valorii" [2].

Ca şi judecata, forma valorii este şi ea convertibilă, aşa cum marfa care se află în funcţie de formă relativă trece în formă de echivalent, şi fenomenul invers poate avea loc la fel ca în cadrul conversiunii judecăţii. Aşa cum *20 de coţi de pînză* = *o haină este* o expresie simplă a valorii, este adevărată şi inversa ei : *o haină*=*20 de coţi de pînză* [3].

Marx subliniază în continuare forma simplă a valorii, arătînd că cei doi poli ai formei valorii se află într-un raport de egalitate (Gleichheitsverhältnis) numai datorită posibilităţii reducerii lor la aceeaşi unitate, la aceeaşi calitate.

În acest sens subliniază Marx că „haina este echivalentă (gleichgesetzt) cu pînza numai în măsura în care şi ea conţine valoare" [4]. Prin calitate se realizează identitatea polilor, a termenilor fixaţi, trecerea unui pol în celălalt. „Calitatea este determinarea nemijlocită a cărei schimbare constă în trecerea unui termen în contrariul său" [5]. Datorită calităţii comune cu marfa care se află în poziţia „formă echivalent", marfa care se află în poziţia formei relative poate să treacă în forma opusă, exprimîndu-şi valoarea în polul contrar (despre *S* nu putem predica decît ceva ce este de aceeaşi natură cu el ; subiectul, pe de altă parte, nu-şi poate exprima natura sa decît în ceva care, diferit de el, este totuşi de aceeaşi natură cu subiectul).

---

[1] K. Marx - F. Engels, *op. cit.*, p. 265.

[2] *Ibidem*, p. 284.

[3] Considerăm, se înţelege, „conversiunea" care are loc în cadrul formei valorii ca fiind în esenţă o operaţie care are acelaşi *sens* cu conversiunea logică a judecăţii ; în ambele cazuri e vorba de trecerea termenului care ocupă o anumită funcţie (predicat în judecată, echivalent în forma valoare) într-o funcţie „polar" deosebită de ea.

[4] K. Marx - Fr. Engels, *op. cit.*, p. 265—266.

[5] Hegel, *Opere*, vol. II, § 8, p. 117.

În forma cea mai simplă a valorii, căreia îi corespunde judecata de existenţă, se exprimă întîi de toate un aspect *calitativ*, care se manifestă în valoarea de întrebuinţare. Ştim că, la nivelul raportului logic-judicativ, prima formă de judecată este cea de existenţă nemijlocită, la nivelul căreia cunoaştem obiectul în forma apariţiei sale nemijlocite, predicatul fiind universal abstract, exprimînd pe plan logic o însuşire cognoscibilă senzorial. În cazul formei simple a valorii, forma relativă a valorii îşi exprimă natura sa în *valoarea de întrebuinţare* [1] a unei alte mărfi. La acest nivel marfa, în poziţia formei echivalent, reprezintă o manifestare senzorială (Sinnliche Erscheinungsform) a mărfii care se află în poziţia formei relative. Pentru ca, la nivelul valorii simple, forma relativă (interpretată de noi ca fiind reflectată de subiectul judecăţii) să-şi exprime esenţa sa de a fi muncă socialmente necesară, deci pentru ca o anumită marfă *individuală* (o haină de exemplu) să-şi exprime faptul că e rod al muncii omeneşti *generale* şi, prin urmare, că poate fi schimbată, e necesar „ca un alt corp de marfă, *senzorial* diferit de prima marfă, să devină oglinda propriei sale valori“ [2]. La acest nivel deci, valoarea de întrebuinţare (ceea ce corespunde la nivel logic senzorialului exprimat raţional) serveşte drept expresie a valorii de schimb ; de asemenea munca concretă apare ca o manifestare a contrariului ei, a muncii abstracte. Prin forma valorii simple, o anumită marfă, în forma valoare-relativă „este exprimată printr-o singură altă marfă“ [3]. Forma concret sensibilă a muncii, stînd la baza mărfii în formă de echivalent pentru altă marfă aflată în forma funcţiei relative, produce la nivelul formei simple şi o altă inversare : munca socialmente necesară apare ca muncă individuală, fapt care determină anarhia în producţie [4].

Într-o altă lucrare am analizat mai pe larg pe baza indicaţiei lui V. I. Lenin, că esenţa judecăţii constă în forma ei categorială : individualul este general. Dacă judecata de existenţă nu realizează acest raport, „generalul“ la nivelul judecăţii de existenţă este un pseudo-general, el fiind de fapt o anumită însuşire senzorial-concretă (concretă nu în sensul unităţii dialectice) a determinărilor multiple, ci ca existenţa în mod direct) , esenţa judecăţii se va realiza la nivelul judecăţii conceptuale, unde predicatul va reflecta legitatea generală, faţă de care obiectul individual se află sau nu în concordanţă. Forma simplă a valorii nu izbuteşte nici ea să exprime că o anumită marfă individual-concretă îşi găseşte esenţa ei, faptul că are valoare, în muncă *abstractă*, adică general-umană, ceea ce va fi posibil doar la forma superioară a valorii, la forma bani, formă al cărei corespondent logic îl regăsim în judecata conceptuală. La nivelul formei simple a valorii se produce deci în mod necesar un qui pro quo (Marx) ; generalul (munca omenească în genere, munca abstractă) se manifestă în individual (muncă determinată, muncă concretă), respectiv drept valoare de schimb apare contrariul acesteia, valoarea de întrebuinţare. „Această *inversare* (Verkehrung), prin care concretul sensibil apare doar ca formă de manifestare a abstractului general în timp ce invers generalul abstract (adică munca abstractă — *G. Ö.)* nu apare ca însuşire a concretului, caracterizează expresia de valoare“ [1] (este vorba de echivalentul simplu al valorii). Formei echivalentului simplu în cadrul valoare simplă (20 de coţi de pînză = o haină) îi este proprie, prin urmare, aceeaşi lipsă ca şi a predicatului judecăţii existenţei nemijlocite, în care locul unui general conceptual este ocupat de un predicat pseudo-general, concret sensibil. „Înăuntrul raportului de valoare (a formei valoare simple — G. Ö.) ceea ce este abstract-general (munca abstract-generală, universal-umană — *G. Ö.)* nu apare ca o însuşire a concretului, a sensibilului real, ci invers, ceea ce este concret sensibil se manifestă ca o simplă formă de manifestare sau forma determinată de realizare a generalului abstract“ [2]. Faptul că valoarea de întrebuinţare este reflectată la nivelul senzorialului exprimat logic iar valoarea de schimb este reflectată de concepte generale, rezultă şi din pasajul în care Marx analizează fenomenul inversiunii : apariţia individualului în locul generalului, a concretului în locul abstractului, a valorii de întrebuinţare în locul valorii de schimb, a muncii concrete, individuale în locul muncii sociale, abstracte.

---

[1] Vezi K. Marx şi Fr. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, p. 266.
[2] *Ibidem*, p. 267.
[3] *Ibidem*, p. 270.
[4] *Ibidem*, p. 271.

În continuarea analizei, Marx arată că, deoarece concretul sensibil apare ca o manifestare a generalului în forma de echivalent simplu (munca concretă ca o manifestare a muncii abstracte), ia naştere o mistificare a procesului real care creează iluzia existenţei autonome a generalului care cristalizează munca abstractă, a existenţei lui independent de forma concret-sensibilă în care apare. O marfă concret-sensibilă nu îşi exprimă valoarea direct în munca omenească abstractă, ci în rezultatul muncii concrete inerente altei mărfi concret-sensibile, care este o *„manifestare“* a muncii abstracte

---

[1] K. Marx şi Fr. Engels, *op. cit.*, p. 271.
[2] *Ibidem*

(conţinută în munca concretă, dar într-o formă dispersată, aşa cum ontic generalul este difuzat în individual) ; pe această bază poate apare o interpretare mistică speculativă ; nu munca abstractă ar fi ceea ce este general în muncile concrete, ci acestea din urmă ar avea o valoare doar în măsura în care munca abstractă „se realizează“ în munca concretă [1]. Această ruptură a generalului (munca abstractă) de munca concretă (individuală) (aceasta este o poziţie „realistă“, obiectiv idealistă de altfel), inerentă economiei anarhice, stihinice, a societăţii bazate pe clase antagoniste, şi în special societăţii capitaliste (unde legătura dintre munca abstractă şi concretă lipseşte cu desăvîrşire, datorită formei dezvoltate a fetişismului mărfii), constituie rădăcina „economică“ a iluziei speculative, a „independenţei“ generalului de individual. În socialism unde, datorită saltului din imperiul necesităţii în cel al libertăţii, economia se desfăşoară în mod planificat şi, prin urmare, munca concretă nu e lipsită de legătură cu cea abstractă, unde chiar munca concretă primeşte un caracter social, dispar rădăcinile obiective, economice-sociale ale rupturii dintre individual şi general ; dispare deci temeiul „economic“ al mistificării generalului ca avînd, chipurile, un caracter demiurgic şi independent de individualul în care şi prin care există.

Forma simplă a valorii se caracterizează prin forma categorială : individualul este individual. O *anumită* marfă (20 de coţi de pînză) îşi exprimă natura sa la acest nivel într-o altă marfă concret-sensibilă, de exemplu într-o haină, mai precis în valoarea de întrebuinţare, deci în munca concretă necesară producerii hainei. „Exprimînd valoarea mărfii A printr-o marfă oarecare B, nu facem decît să deosebim valoarea mărfii A de propria ei valoare de întrebuinţare şi să o punem deci într-un raport de schimb cu o singură speţă de marfă oarecare deosebită de ea însăşi, în loc să exprimăm egalitatea ei calitativă şi proporţionalitatea ei cantitativă cu toate celelalte mărfuri. *Formei valoare relative simple* a unei mărfi îi corespunde *forma de echivalent singular* a *altei mărfi.* Astfel, în expresia de valoare relativă a pînzei, haina are *forma de echivalent,* adică *forma în care poate fi schimbată în mod nemijlocit,* numai în raport cu această *singură* speţă de marfă care este pînza [2].

Să rezumăm : forma valoare şi forma logică de judecată reprezintă cazuri particulare, specifice ale genului „raport“ ; ambele aceste forme realizează în mod specific trăsăturile generice ale raportului [1]. Ne vom rezuma deocamdată însă numai la consemnarea trăsăturilor identice ale raportului „formă valoare“ şi ale raportului „judicativ“ în genere, ca ulterior să ne referim la trăsăturile comune ale anumitor forme de valoare cu judecăţile corespunzătoare lor. Identitatea dialecticii structurii formei valoare şi a formei judicative constă în : 1) *Geneza identică a celor două raporturi :* atît marfa, cît şi conceptul se despică în forma valorii simple, respectiv în judecata de existenţă nemijlocită, într-un raport avînd doi termeni diferiţi, polarizaţi, fixaţi : „forma relativă“ şi „forma echivalent“, în cazul formei valoare ; subiect şi predicat, în cazul raportului judicativ. 2) *Necesitatea raportării pentru a se manifesta :* un termen nu-şi poate exprima propria natură, nu-şi găseşte oglinda decît într-un alt termen. În caz contrar are loc *tautologia (20 coţi de pînză = 20 de coţi de pînză ;* omul este om) atît în cazul formei valoare cît şi în cazul raportului judicativ. Prin identitatea abstractă nu se poate realiza raportul. 3) *Termenii raportaţi trebuie să exprime o identitate calitativă* : munca abstractă, valoarea în cazul formei valoare, predicabilitatea genului despre specie în cadrul raportului judicativ [2]. De aici 4) *Imposibilitatea existenţei raportului în cazul termenilor cu totul eterogeni :* în acest caz, termenii raportului neavînd o identitate calitativă comună nu se pot raporta : două obiecte care nu sînt mărfuri sau dintre care cel puţin un obiect nu e marfă, neavînd valoare, nu pot realiza raportul „forma valoare“ (respectiv cazul judecăţii negativ-infinite în care termenii ar fi noţiuni incomparabile). 5) *Funcţia identică a termenilor celor două raporturi :* „forma relativă“ îşi exprimă natura în „forma echivalent“, care îi exprimă esenţa în predicat, care la rîndul lui serveşte ca termen al raportului care exprimă natura celuilalt termen, adică a subiectului. 6) *Funcţia riguros determinată, polarizată, fixată a termenilor raportului prin respectarea stringentă a legii non-contradicţiei :* un termen al raportului nu poate îndeplini în acelaşi timp şi sub acelaşi raport atît funcţia relativă cît şi funcţia de echivalent, aşa cum un concept în judecată nu poate fi în acelaşi timp şi sub acelaşi raport şi subiect şi predicat. Nu-i intenţia noastră să negăm dialectica structurii formei valoare şi a formei de judecată. Dimpotrivă, scopul nostru este tocmai de a analiza în primul rînd identitatea *dialecticii* celor două rapoarte. Dialectica acestor forme nu constă însă în respectarea „relativă" a legii non-contradicţiei, ci în polarizarea şi reflexivitatea termenilor raportului, pe de o parte, în forma lor categorial dialectică, pe de altă parte. Nu putem fi de acord în această privinţă cu poziţia lui D. V. Pletnev în ceea ce priveşte dialectica judecăţii. Pletnev susţine că „nu există forme de gîndire (noţiuni, judecăţi, raţionamente) absolut non-contradictorii : chiar judecăţi atît de simple ca „Jucika este un cîine", „Ivan este un om", „frunzele copacului sînt verzi" etc. sînt non-contradictorii numai *relativ* (cum este relativă orice unitate a contrariilor) în cadrul considerărilor lor specifice, mărginite din logica formală. În realitate, prin natura lor, ele sînt profund contradictorii, deoarece toate pot fi exprimate, în esenţă, prin judecata contradictorie, de forma generală : „singularul este universal" [1]. Marx, în analiza formei valorii, aplică cu stringenţă legea non-contradicţiei; încălcarea ei chiar şi „relativă" (Pletnev) ar duce la imposibilitatea existenţei raportului general, al judecăţii, respectiv a formei valoare în special, pentru că raportul presupune polarizarea contrariilor, stabilirea poziţiei lor. Dialectica structurii raportului judicativ şi a formei valoare nu constă deci în respectarea numai relativă a legii noncontradicţiei, ci în faptul că o latură a unui termen îşi exprimă natura sa în latura opusă a celuilalt termen ; astfel la nivelul formei valoare simple şi a judecăţii de existenţă nemijlocită, dialectica altor forme de valoare şi altor judecăţi este alta. La acest nivel însă putem surprinde faptul că latura mijlocită, generală [2] (valoarea deci munca abstractă) este exprimată de către o marfă care se află în formă relativă ca valoare de întrebuinţare, nemijlocită, muncă concretă etc. a mărfii care se află în formă de echivalent. Subiectul judecăţilor simple citate de Pletnev exprimă natura lor într-un predicat care categorial este tocmai contrariul subiectului : „individualul este universal“ etc. Structura acestor judecăţi este fără îndoială dialectică, dar nu datorită respectării numai „relative“ *(Pletnev)* a non-contradicţiei, ci datorită corelativităţii şi polarităţii inerente lor. „Legile dialecticii sînt astfe legile logicii, întrucît corelativitatea, autodinamica, transformarea calitativă şi *polaritatea* guvernează sistemul logicii dialectice“ [1]. Insistăm, dacă ar fi înfrîntă legea noncontradicţiei, subiectul (respectiv forma relativă) sau predicatul (respectiv forma echivalent) ar putea să fie în acelaşi timp şi sub acelaşi raport atît subiect cît şi predicat ; o anumită marfă ar putea să fie în acelaşi timp în forma de valoare dată atît forma relativă, cît şi forma de echivalent. Evidenţiind dialectica structurii formelor valoare, Marx subliniază necesitatea respectării absolute a noncontradicţiei în analiza formelor valorii. „Aceeaşi marfă *nu poate* aşadar să *apară în acelaşi timp în cadrul aceleiaşi expresii de valoare în ambele forme*“ [2]. Deci dialectica raportului judicativ şi a formei valoare constă în polarizarea, în fixarea termenilor şi în reflexivitatea lor, dar nicidecum în respectarea doar „relativă“ a legii non-contradicţiei. 7) *Identitatea formală a raportului:* atît forma valoare, cît şi forma de judecată sînt indiferente faţă de termenii concreţi raportaţi ; un anumit termen concret (o marfă oarecare, respectiv o noţiune oarecare) poate îndeplini în raporturi diferite atît funcţia de formă relativă, cît şi funcţia de echivalent ; respectiv un concept poate ocupa în judecată cînd funcţia de subiect, cînd funcţia de predicat ; *forma relativă nu poate deveni însă niciodată formă de echivalent cum nici subiectul nu poate deveni în principiu predicat ;* termenul concret poate însă, în raporturi diferite şi în timp diferit, să ocupe funcţii diferite. „Dacă o marfă oarecare se află într-o anumită formă, sau în cea opusă polar, aceasta depinde în mod exclusiv de *poziţia sa în expresia de valoare*“ [3]. Adică poziţia ocupată în raport determină funcţia respectivului termen. *„Potrivit conţinutului* lor, *cele două* expresii : 1. *20 coţi de pînză=1 haină sau 20 coţi de pînză valorează o haină,* 2. *1 haină=20 coţi de pînză* sau *1 haină valorează 20 coţi de pînză,* nu sînt nicidecum diferite [4] ; *„potrivit formei lor,* ele nu sînt numai *deosebite,* ci *opuse*“ [5]. 8) *Sensul univoc al raportului :* de la forma relativă spre echivalent, de la S la P ; iniţiativa o are întotdeauna forma rela-

---

[1] Vezi K. Marx şi Fr. Engels, *op. cit.*, p. 271 şi urm. Vezi şi K. Marx şi Fr. Engels, *Sfînta familie*, unde analizează inversiunea panlogistă după care generalul creează individualul concret, *Opere*, vol. II, Ed. politică, 1958, p. 64 şi urm.

[2] K. Marx, *Capitalul*, Ed. politică, 1957, p. 100.

---

[1] Importanţa găsirii identităţii generice ale unor trăsături care sînt proprietăţi ale unor specii diferite (cum ar fi, în cazul nostru, raportul formă valoare şi raportul de judecată ca specii ale raportului) o subliniază şi V. I. Lenin. În legătură cu analogia ei remarcă just : „*Instinctul* raţiunii face să se simtă că cutare sau cutare determinare descoperită empiric se întemeiază pe *natura internă* sau pe genul obiectului dat şi el se sprijină după aceea pe această determinare“ V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 175.

[2] Forma valoare o putem interpreta şi ca judecata de relaţie şi ca judecata de *in-esse* („20 de coţi de pînză au valoarea unei haine“) în care caz forma valorii este exprimată prin judecata de *in-esse* şi nu prin judecata de relaţie ; adevărul lor este însă identic.

---

[1] D. V. Pletnev, *Obiectivitatea contradicţiei logice*, în „Analele romîno-sovietice", seria filozofie, 1960, nr. 31, p. 145.

[2] „Desprinzînd laturile în corelaţie, Marx arată că ele formează contradicţia de bază : valoarea de întrebuinţare reprezintă ceea ce este special, cea de schimb reprezintă ceea ce este general" (M. N. Alexeev, *Dialekticeskaia logika*, Ed. V. S., Moscova, 1960, p. 79).

---

[1] Ath. Joja, *Elaborarea logicii...*, în „Cercetări filozofice“, 1960, nr. 2, p. 24 (subl. ns.).

[2] K. Marx şi Fr. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, p. 264.

[3] *Ibidem.*

[4] *Ibidem.*

[5] *Ibidem*, p. 264—265.

tivă [1]. 9) De aici *posibilitatea conversiunii :* o marfă poate să treacă din forma de echivalent în forma relativă, ca şi în cazul conversiunii judecăţilor, cînd o noţiune trece din predicat în funcţia de subiect ; forma relativă nu devine însă niciodată *formă de echivalent,* cum *subiectul* nu devine niciodată predicat.

Aceste trăsături comune (am spune mai mult, identice) surprinse la nivelul formei simple de valoare, respectiv judecată de existenţă, sînt comune oricăror forme de valoare, respectiv oricărei judecăţi. Ca trăsături comune formei valoare *simple* şi a formei judecăţii de *existenţă nemijlocită,* am remarcat că: a) marfa care ocupă funcţia de formă relativă îşi exprimă esenţa sa *într-o anumită* altă marfă în valoare de *întrebuinţare* a unei anumite alte mărfi ; munca abstractă, inerentă mărfii din poziţia formei relative, îşi exprimă valoarea sa de schimb în munca concretă a mărfii care ocupă poziţia formei de echivalent. În judecata de existenţă nemijlocită, subiectul (individualul) îşi exprimă natura sa de a fi predicat (general) tot sub forma unui predicat de natură senzorială (roşu de exemplu), deci subiectul nu-şi poate realiza existenţa sa de a fi general decît pe baza unui *qui pro quo ;* despre trandafir nu se poate enunţa esenţa sa de a fi trandafir, ceea ce se va realiza doar la nivelul judecăţii conceptuale, decît prin predicatul senzorial, roşu la acest nivel ; b) forma categorială a celor două forme este identică, forma valoarea simplă: o anumită marfă îşi găseşte expresia în valoarea de întrebuinţare a unei singure alte mărfi adică esenţa mărfii aflate în forma relativă se manifestă în fenomen, munca abstractă, valoarea mărfii în forma relativă se manifestă în munca concretă. *„În cadrul acestui raport haina apare numai ca formă senzorială de manifestare a valorii pînzei.* În felul acesta, prin *mijlocirea raportului de valoare,* valoarea unei mărfi se exprimă în *valoarea de întrebuinţare a unei alte mărfi,* adică într-un alt corp de marfă, diferită de *ea“* [2]. Ceea ce este deci mijlocit (valoare) în forma relativă apare în latura nemijlocită (valoarea de întrebuinţare) a formei *echivalent* [3].

Suma sumarum, forma categorială a formei valoare simple este : mijlocitul apare într-o formă nemijlocită ; esenţa apare în fenomen senzorializat sinnliche Erscheinungsform). Am arătat într-o altă lucrare că forma categorială a judecăţii de existenţă nemijlocită este : „individualul este general“, dar am precizat imediat că generalul este în fond un pseudogeneral, deci şi în cazul judecăţii de existenţă avem în faţa noastră fenomenul numit de Marx „quid pro quo : „generalul“ exprimat de predicat nu este decît un universal abstract ; predicatul (la fel ca în cazul formei valoare simplă, unde forma echivalentului nu redă esenţa formei relative decît prin „inversiunea“ analizată mai sus) nu exprimă natura generală a subiectului ; subiectul îşi exprimă esenţa sa cu ajutorul unui predicat care nu-i decît o expresie logică a unei trăsături senzoriale a obiectului reflectat de subiect. La acest nivel, spre deosebire de nivelul judecăţii conceptuale (respectiv forma bani), esenţa subiectului respectiv a formei relative — aşa cum am arătat mai sus —, nu se poate realiza decît în urma unei *inversiuni ;* predicatul judecăţii existenţei nemijlocite, ca şi forma de echivalent a formei valoare simple, fiind de natură nemijlocită, exprimă în forma nemijlocitului mijlocitul, valoarea fiind mijlocitul faţă de valoare de întrebuinţare, care este nemijlocitul.

---

[1] K. Marx şi Fr. Engels, *Kleine ökonomische Schriften,* p. 265.

[2] *Ibidem,* p. 266.

[3] Vezi scrisoarea lui Engels adresată lui Danielson din 1888, în care arată că mulţi economişti burghezi contemporani cu Marx nu au reuşit să depăşească această formă elementară a valorii : „Aici este la modă în momentul de faţă teoria lui Standley Jevons potrivit căreia valoarea este determinată de utilitate, adică *valoarea* de schimb = valoarea de întrebuinţare (subl. ns.) şi pe de altă parte de mărimea ofertei... Peste tot numai economie vulgară“. K. Marx, F. Engels, *Scrisori despre „Capitalul“,* p. 309.

„*Forma naturală* a mărfii devine forma valoare. Dar să notăm că acest quid pro quo (această intervertire) se produce pentru o marfă B (haină, sau grîu, sau fier etc.) numai în cadrul raportului de valoare în care o altă marfă oarecare A (pînza etc.) intră cu ea, *numai în cadrul acestui raport.* Întrucît nici o marfă *nu se poate raporta la sine însăşi ca la un echivalent şi nu poate deci nici să facă din propria sa formă naturală expresia propriei sale valori,* ea trebuie *să se raporteze la o altă marfă* ca la un *echivalent ;* adică trebuie *să facă* din forma naturală a *altei* mărfi *propria sa* formă valoare[1]. La acest nivel nu poate fi reflectată realitatea în lumina conceptului, deoarece „conceptul nu este ceva nemijlocit... — nemijlocită este numai senzaţia de «roşu» (acesta este roşu) etc. Conceptul nu este «numai un obiect al conştiinţei», el este *esenţa obiectului* (gegenständliches Wesen), este ceva «an sich», «în sine»“[2]. Forma valoare simplă şi forma judecăţii de existenţă nemijlocită coincid prin urmare, fiind determinări specifice ale *raportului.*

E analogă şi trecerea formei valoare simplă în cea totală cu trecerea judecăţii de existenţă în cea reflexivă. În forma valoare simplă, o anumită marfă îşi exprimă valoarea, ce-i drept, într-o *singură* altă marfă, dar care anume este acea singură marfă rămîne la voia întîmplării. 20 de coţi de pînză pot fi egali şi cu o anumită cantitate de fier, cu o anumită cantitate de grîu etc. „Există, prin urmare, *posibilitatea* ca o anumită marfă *să aibă tot atîtea expresii simple de valoare* cîte mărfuri diferite de ea există“ [1]. Acest fapt arată însă că pînza, deoarece poate să-şi exprime valoarea sa într-o infinitate de alte mărfuri singulare, reprezintă un produs social, ea „aflîndu-se într-un *raport social* nu cu o *singură* altă marfă, ci cu *lumea mărfurilor* (Warenwel“) [2]. Pe de altă parte, dacă o marfă poate să-şi exprime valoarea sa într-un şir infinit de alte mărfuri „înseamnă că *valoarea* ei este indiferentă faţă de *oricare formă determinată a valorii de întrebuinţare* în care ea se manifestă“ [3].

---

[1] K. Marx, *Capitalul,* Ed. politică, 1957, p. 95.
[2] V. I. Lenin, *Opere,* vol. 38, p. 278.

În forma valorii totale, o anumită marfă îşi găseşte deci echivalentul său în multe alte mărfuri. Forma categorială a acestei forme de valoare ar fi deci : unul este multiplu sau individualul este particular, ca şi judecata reflexivă care se bazează pe categoria particularităţii, aşa cum arată Engels în *Dialectica naturii*. În cazul formei valoare-totală forma determinată a fiecărui echivalent reprezintă un echivalent *particular* pe lîngă multe alte forme de echivalent ; dacă o marfă poate să-şi exprime valoarea sa într-o infinitate de alte mărfuri atunci cînd îşi exprimă valoarea sa într-o anumită marfă nu face asta decît pentru că respectiva marfă realizează prin muncă concretă necesară producerii sale o formă de realizare a muncii omeneşti pur şi simplu [4].

Observăm că prin trecerea valorii simple în cea totală avem prin urmare, o trecere analogă cu cea a judecăţii de existenţă în cea reflexivă ; în cazul judecăţii de existenţă ajungem, prin generalizarea predicatului, la judecata reflexivă ; în cazul formei valorii simple, prin extinderea unui anumit echivalent la toate mărfurile concrete care pot servi drept echivalent, ajungem la forma totală ; în felul acesta se realizează echivalentul total (nu general !). Generalizarea, trecerea de la unul la multiplu, se desfăşoară la nivelul formei totale în cadrul formei echivalent (ceea ce este reflectat de predicat) : 20 de coţi de pînză = o haină *sau* 10 kg de ceai *sau* o jumătate de tonă de fier etc. Această ecuaţie este însă convertibilă, pentru că, din momentul în care există posibilitatea schimbului celor 20 de coţi de pînză contra o serie infinită de mărfuri concrete, toţi posesorii care schimbă marfa lor pentru 20 de coţi de pînză trebuie să exprime valoarea relativă a diferitelor mărfuri în pînză : în felul acesta pînza se transformă în echivalent general, ca şi judecata reflexivă în cea de necesitate unde predicatul este egal cu genul. La acest nivel „pînza se manifestă în raport cu toate celelalte corpuri de marfă ca forma lor de valoare generală şi socială“ [1]. Valoarea unei anumite mărfi exprimate în echivalentul general face ca respectiva marfă, *„să se deosebească* nu *numai ca valoare de existenţa sa proprie ca valoare de întrebuinţare adică de forma sa naturală,* ci să se şi *raporteze* în acelaşi timp *ca valoare faţă de toate celelalte mărfuri, ca fiind identică cu ele* (indivizii care fac parte din acelaşi gen au în mod necesar aceeaşi identitate). Ea are în această formă de valoare (echivalentul general) *forma socială generală* (allgemein gesellschaftliche Form)“ [2]. Interesant că, aşa cum judecata de necesitate realizează trecerea de la senzorial (exprimat logic) la conceptual, tot aşa forma generală de valoare reprezintă trecerea de la natural (de la forma naturală a mărfii care se manifestă prin valoarea de întrebuinţare) în forma socială (care se manifestă prin valoarea de schimb). Doar prin caracterul său *general* forma valorii corespunde *conceptualului de valoare*. Forma generală de echivalent realizează unitatea, identitatea generică a tuturor mărfurilor, la fel ca predicatul judecăţii de necesitate care reflectă genul din care fac parte toate obiectele care au aceeaşi identitate. „...Lumea mărfurilor... *exclude* o marfă *anumită* în care toate celelalte mărfuri îşi exprimă valoarea lor în mod social. În felul acesta marfa *exclusă* devine *echivalent general*...“ [3]. Abia la acest nivel apare *polaritatea contrară* (polarische Gegensatz) într-un mod perfect realizat [4]. Forma valoare se caracterizează prin polaritate, prin opoziţia contrariilor, a formei relative faţă de forma de echivalent ; această opoziţie devine evidentă doar atunci cînd mărfurile care se află în forma relativă *exclud* o marfă anumită care se va afla în forma de echivalent general ; mărfurile concrete exclud din sfera lor marfa care realizează cît se poate de direct esenţa mărfurilor, adică munca generală, abstractă, care va exprima valoarea oricărei mărfi. Abia la acest nivel (la fel ca în cazul judecăţilor de necesitate) devine evidentă opoziţia dintre individual şi general, respectiv munca concretă care e suportul mărfurilor individuale anumite şi munca abstractă, care e scoasă în evidenţă în substanţa unei anumite mărfi care a devenit echivalent general ; în judecata de necesitate de asemenea reflectăm specia (în cazul judecăţii categorice de necesitate), respectiv speciile (în cazul judecăţii disjunctiv-conjunctive de necesitate) ca făcînd parte din acelaşi gen.

---

[1] K. Marx-Fr. Engels, *Kleine ökonomische Schriften*, p. 278—279.

[2] *Ibidem*, p. 279.

[3] *Ibidem*.

[4] *Ibidem*, p. 280.

---

[1] K. Marx şi Fr. Engels, *op. cit.*, p. 281.

[2] *Ibidem.*

[3] *Ibidem*, p. 283.

[4] Formei valorii nu-i este proprie medierea, ceea ce este proprie silogismului „economic“ (Marx) : M—B—M sau B—M—B.

Putem surprinde o analogie şi în privinţa formei bani (formă superioară de valoare) şi forma judecăţii conceptuale (forma superioară de judecată). Forma bani nu se deosebeşte de valoarea generală decît prin faptul că o anumită marfă dobîndeşte o funcţie specifică socială, un *monopol social (Marx)* de a ocupa funcţia echivalentului general în societate. Faţă de acest echivalent cristalizat, mărfurile individuale determinate se află în corespondenţă sau nu, respectiv au sau nu o anumită valoare ; la fel ca în judecata conceptuală în care predicatele conceptuale reflectă legitatea obiectivă a obiectelor, constituind măsura lor generală, faţă de care obiectele se află sau nu în concordanţă.

Am analizat pînă acum dialectica structurii formelor valorii şi a formelor de judecată, identitatea, coincidenţa lor. Forma-valoare este un raport care reflectă economicul, avînd un corespondent în viaţa economică, iar forma judecăţii exprimă raportarea elementară şi nemeditată a gîndirii. Este evident deci că dialectica celor două forme ale raportului nu coincide întru totul ; dialectica formei de judecată este mai bogată decît dialectica formei valoare, deoarece prima reprezintă o generalizare „a tuturor lucrurilor materiale, naturale şi spirituale“, adică a legilor de dezvoltare a întregului conţinut concret a lumii şi a cunoaşterii acesteia“ [1], pe cînd formele valorii reflectă numai un aspect economic al realului. Karl Marx, avînd elaborată (de el însuşi) metoda materialist-dialectică de cercetare, pe care, spre deosebire chiar de economiştii clasici, a aplicat-o conştient la cercetarea economiei societăţii capitaliste de pe poziţiile proletariatului revoluţionar, a elaborat în *Capitalul* şi în fragmentul analizat dialectica formelor valorii obiectiv existente. Din acest fapt ne putem da seama că analiza dialecticii a formelor de valoare şi a formelor de judecată prezintă o importanţă de prim ordin în vederea elaborării logicii dialectice. Deci scoaterea în evidenţă a *logicii* subiacente, a dialecticii inerente, a logicii „paradigmatice“ *(Joja)* a *Capitalului* trebuie să stea în atenţia logicienilor marxişti.

De asemenea, în încercarea de faţă am urmărit şi metamorfozele *(Marx)* formelor valorii de la forma simplă la forma bani şi am analizat diferitele aspecte ale unităţii dialectice a logicului şi istoricului. Marx, pe baza mînuirii conştiente a dialecticii materialiste în teoria formelor valorii, a surprins asemenea trăsături generale, formale ale acestui raport, care sînt deosebit de preţioase şi pentru analiza dialecticii judecăţii în general, a clasificării dialectice a judecăţilor în special. Prin urmare, analiza formelor valorii descoperite de Marx este absolut necesară pentru elaborarea organonului logicii dialectice. Se înţelege că lucrarea de faţă nu s-a putut ocupa decît de un aspect foarte limitat al logicii dialectice subiacente *Capitalului* ; urmează ca într-o altă lucrare să continuăm analiza începută.

---

[1] V. I. Lenin, *Opere*, vol. 38, p. 81.

DEFINIŢIA ISTORIEI FILOZOFIEI CA ŞTIINŢĂ ŞI VALOAREA EI METODOLOGICĂ

de *ION BANU*

I

Dezvoltarea, în ultimii ani, a cercetărilor marxiste în domeniul istoriei filozofiei — impusă de însemnătatea ideologică actuală a acestor cercetări — a determinat şi lărgirea preocupărilor referitoare la metodologia istoriei ştiinţifice a filozofiei, ştiut fiind că valoarea ştiinţifică a rezultatelor depinde în orice ştiinţă şi de valoarea ştiinţifică a metodologiei acesteia.

O definiţie adecvată trebuie să fie, în domeniul abordat aici, întrucîtva ceea ce este formula tehnică pentru inginer. Rezultat concentrat al cercetării concrete prealabile, ea trebuie să exprime esenţa teoretică a principiilor teoretice generale dobîndite la capătul acestor cercetări. Ea garantează eficacitatea măsurilor concrete care se cer luate în fiecare caz individual, conformitatea acestora cu principiile generale şi cu scopul urmărit ; ea indică direcţia principală către care trebuie conduse eforturile constructive ; ea reprezintă un instrument de corectare a erorilor ; ea are, în fine, o mare însemnătate didactică în formarea noilor cercetători.

De aceea într-o definiţie corectă a unei ştiinţe trebuie să-şi găsească expresia principiile metodologice proprii ştiinţei respective. Din metodologia ştiinţei ca ansamblu de principii teoretice derivă mănunchiul de metode practice folosite în ştiinţa respectivă. Acestea din urmă nu se confundă, aşadar, cu metodologia şi, ca atare, nu sînt cuprinse în definiţia ştiinţei.

În ceea ce priveşte definiţia istoriei filozofiei ca ştiinţă, întemeindu-se pe legile obiective ale dezvoltării filozofiei, ea va trebui, sub raportul metodologic, să indice în primul rînd diferitele *elemente* ale obiectului istoriei filozofiei, să evidenţieze raporturile de supra- şi subordonare existente în mod obiectiv între acestea, să scoată pe primul plan elementul *esenţial ;* ea va trebui să evidenţieze *dialectica dezvoltării* elementelor în cadrul procesului istoric-filozofic de ansamblu, ca şi dialectica acestui din urmă proces ; să reflecte dublul raport existent între dezvoltarea gîndirii filozofice şi *viaţa socială,* şi anume condiţionarea socială a teoriei şi funcţia ei socială practică ; în fine, ea va trebui să exprime modul special în care se manifestă în domeniul istoriei filozofiei teza *caracterului concret al adevărului.*

Istoria filozofiei este o ştiinţă socială cu caracter special, întemeiată pe ştiinţa generală a materialismului istoric. Prin laturile sus-menţionate, definiţia istoriei filozofiei îşi va împlini sarcina de a releva modul special, specific în care se manifestă în domeniul istoriei filozofiei, acel principiu metodologic general al dialecticii materialist-istorice care este unitatea materialist-dialectică dintre logic şi istoric.

Procedînd în acest chip, ea va marca opoziţia existentă între concepţia marxistă şi concepţiile nemarxiste contemporane burgheze, revizioniste, asupra istoriei filozofiei.

II

În domeniul teoriei istoriei filozofiei, ca şi în celelalte domenii ale filozofiei, punctul de vedere marxist a marcat o cotitură, un salt calitativ, revoluţionînd gîndirea filozofică şi permiţînd ca, pentru prima oară, pe baza lui să se constituie concepţia ştiinţifică asupra istoriei filozofiei.

La baza acestei concepţii ştiinţifice stă principiul materialist-dialectic al unităţii dintre logic şi istoric.

Sensul profund, specific marxism-leninismului al acestui principiu şi ansamblul concepţiei materialist-dialectice asupra istoriei filozofiei ca ştiinţă — concepţie revoluţionară, calitativ nouă — reies mai bine dacă sînt studiate în contrast cu concepţia hegeliană asupra istoriei filozofiei, concepţie pe care clasicii marxismului au studiat-o şi au folosit-o critic atunci cînd au elaborat propria lor concepţie, profund originală

În adevăr, primul care a descoperit concepţia dialectică asupra istoriei filozofiei a fost Hegel care însă i-a imprimat un caracter idealist, şi n-a scutit-o de limitări metafizice.

Hegel respinge acel mod de tratare a istoriei filozofiei, care nu vedea într-însa decît „o serie de evenimente ce se succed în mod accidental sau o succesiune de principii absolut diferite care se reliefează în diverse sisteme“. Dimportivă, aplicînd istoriei filozofiei principiile sistemului său filozofic general. Hegel consideră istoria filozofiei ca o parte din dezvoltarea spiritului absolut.

---

* Tratarea obligă pe autor să repete, modificat, în acest paragraf cele spuse într-o lucrare mai veche.

În concepţia hegeliană, istoria filozofiei ar fi expresia procesului autocunoaşterii ideii absolute pînă în faza cea mai „înaltă" a acestei autocunoaşteri. Deci gîndirea unui filozof continuă pe a celuilalt, ca şi cînd ar fi vorba de una şi aceeaşi concepţie filozofică dezvoltată de-a lungul generaţiilor de filozofi în succesiunea operelor acestora. În adevăr, după Hegel, *una* singură e ideea absolută şi *unul* singur procesul autocunoaşterii ei.

„Istoria filozofiei — spune Hegel — ne arată, pe de o parte, în diferite sisteme, una şi aceeaşi filozofie care a parcurs diferite grade şi, pe de altă parte, ea ne mai arată că principiile particulare ale fiecărui sistem nu sînt decît părţi ale unuia şi aceluiaşi tot. Ultima filozofie, în ordinea timpului, este rezultatul tuturor filozofiilor precedente şi trebuie, prin urmare, să conţină principiile acestora. Ea este însă, dacă e cu adevărat filozofie, cea mai dezvoltată, cea mai bogată, cea mai completă" [1].

Dar Hegel consideră că dezvoltarea ideii absolute ca istorie a societăţii omeneşti reproduce procesul general de dezvoltare a ideii ca idee logică. În ambele procese, cel logic şi cel istoric, ar exista în fapt una şi aceeaşi entitate care evoluează, ceea ce ar determina coincidenţa dintre dezvoltarea istorică a omenirii şi dezvoltarea gîndirii ei logice. Datorită acestei coincidenţe dintre logic şi istoric, diferitele etape ale istoriei filozofiei ar reprezenta totodată diferite etape ale dezvoltării ideii logice. Astfel, după Hegel, de-a lungul istoriei filozofiei are loc, de la un sistem filozofic la altul, progresul, creşterea, dezvoltarea categoriilor logice, dezvoltare care ar corespunde procesului abstract de dezvoltare a ideii absolute.

Dacă este aşa, spune Hegel, trebuie lichidată metoda de a se considera sistemele filozofice ale trecutului ca simple erori, ci, dimpotrivă, trebuie studiat în mod concret în ce fel fiecare sistem filozofic l-a negat pe cel anterior, adică în ce fel l-a suprimat, depăşit şi înglobat totodată (aufgehoben).

„Adevăratul sistem filozofic — scrie Hegel — nu trebuie să apară ca opus sistemului anterior... Căci, depăşindu-l pe cel anterior, el trebuie să-l cuprindă în sine ca pe un moment subordonat [2].

---

[1] G. W. F. Hegel, *Encyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, *Einleitung*. § XIII.

[2] G. W. F. Hegel, *Die Wissenschaft der Logik*, I, § 86.

Care este poziţia marxismului faţă de această teorie hegeliană ? Curăţind-o de idealism şi metafizică, noi constatăm înainte de toate că materialismul dialectic, ştiinţa în general, poate tot atît de puţin să permită ideii absolute să navigheze în apele istoriei filozofiei cît şi în alte domenii.

Concepţia despre istoria filozofiei ca istorie a autocunoaşterii ideii absolute este o simplă fantezie idealistă şi atît. Gîndirea nu este un fenomen primordial, cum crede Hegel, ci unul derivat, reflectoriu. De aceea ea nu este cîtuşi de puţin „idee în sine“, ca la Hegel, ci doar ca gîndire *„umană“*, ca fenomen social. Apoi, în istoria filozofiei există o dublă orientare, există materialismul şi idealismul, care nu se contopesc, nu fac „una“, ci se află în luptă reciprocă, iar ignorarea acestui fapt de către Hegel este cu desăvîrşire neştiinţifică, antidialectică. Este adevărat că Hegel nu are aceeaşi atitudine faţă de materialiştii şi faţă de idealiştii din istoria filozofiei. Dar între modul marxist şi cel hegelian de a trata această chestiune este o diferenţă principială. În concepţia marxistă asupra istoriei filozofiei are caracter dominant ideea de *opoziţie* între materialism şi idealism, chiar în cazurile în care se constată anumite idei avînd însemnătate materialistă în cadrul unui sistem filozofic idealist. În concepţia hegeliană asupra istoriei filozofiei are caracter dominant ideea de *unitate* a gîndirii filozofice. Aceasta, în principiu, îşi subordonează — după Hegel — *toate* concepţiile filozofice. Un sistem filozofic este negat, deci înglobat şi depăşit de altul, astfel că Hegel, propriu-zis, nu adoptă o atitudine critică împotriva vreunui sistem filozofic *ca atare, ca sistem ;* el consideră ca avînd semnificaţie filozofică propriu-zisă doar ceea ce, în sistemul respectiv aparţine progresiei ideii absolute, restul fiind un accesoriu supărător, nesemnificativ, un simplu accident, fără însemnătate filozofică. De aceea el fie că introduce pe materialişti în istoria filozofiei, denaturîndu-le ideile, fie că le minimalizează importanţa.

Este neştiinţifică, metafizică şi convingerea lui Hegel că în propriul său sistem dezvoltarea filozofiei s-ar încheia pentru că ar fi ajuns la desăvîrşire. În general e metafizică teza hegeliană după care în procesul dezvoltării ar exista sinteze superioare cu caracter definitiv care ar cuprinde în sine *totul,* adică atît pozitivul cît şi negativul, elaborate anterior în totalitatea lor.

De altfel însăşi problematica istoriei filozofiei este, aşa cum apare la Hegel, străină de realitate, de adevăratele probleme ale istoriei filozofiei, aşa cum sînt acestea evidenţiate în marxism. La Hegel, problematica este desprinsă în mod cu totul artificial din închipuitele exigenţe ale fazelor de autodezvoltare ale absolutului. În opoziţie cu această pseudoproblematică, istoria filozofiei este înţeleasă, în marxism, sub raportul conţinutului ei cognitiv, reflectoriu, raportat la lumea reală — natura, societatea, gîndirea, cunoaşterea.

În opoziţie cu concepţia hegeliană asupra unităţii dintre logic şi istoric, clasicii marxismului au elaborat principiul dialectic-materialist al unităţii dintre logic şi istoric, principiu care a contribuit cel mai mult la transformarea disciplinei istoriei filozofiei în ştiinţă.

Istoria filozofiei apare, în adevăr, ca istorie a unui proces logic de cunoaştere, cum văzuse şi Hegel. Numai că nu e vorba de cunoaşterea unei inexistente idei absolute, cum crezuse Hegel, ci, precum am mai spus, de cunoaşterea realităţii sub aspectele ei cele mai generale, de cunoaştere filozofică a ei. Acest proces oglindeşte *practica istorică* a oamenilor aşa cum se desfăşoară ea, în cadrul luptelor omului în natură şi împotriva ei, precum şi în cadrul luptelor de clasă. Aceasta înseamnă că formele de gîndire ale omului nu au fost date, în conştiinţa lui, o dată pentru totdeauna în toată complexitatea lor. Omul evolua, creştea ca om social, practica lui istorică era tot mai cuprinzătoare, el dobîndea o experienţă tot mai bogată. Pe baza acestei experienţe istorice, gîndirea lui se maturiza şi ea, devenind din ce în ce mai complexă. Incontestabil că omenirea, în faza de copilărie a dezvoltării ei, nu dispunea încă de un asemenea grad de complexitate a gîndirii încît să înregistreze, de pildă, trecerea care are loc în natură de la schimbări cantitative la schimbări calitative, astfel că nici categoriile filozofice corespunzătoare nu puteau apărea. A trebuit acumulată multă experienţă istorică-tehnică pentru ca omenirea, deci şi filozofia, să dobîndească o asemenea idee complexă. Practica este aceea care, punînd pe oameni de mii şi milioane de ori în contact cu realitatea, cu procesele ce au loc în sînul ei, face ca în cele din urmă gîndirea să înregistreze aceste procese în forma lor generalizată, abstractă. Atunci cînd spunem că modul de gîndire socială reflectă modul de existenţă socială, prin aceasta explicăm anumite fenomene sociale nu numai în statica lor, dar şi în dinamica lor; explicăm şi faptul că modul de gîndire al societăţii în dezvoltarea şi maturizarea lui sporită oglindeşte dezvoltarea existenţei în toată bogăţia experienţei pe care o acumulează în mod treptat.

Astfel, prin nenumărate contradicţii, neregularităţi, dări înapoi şi ocolişuri, de-a lungul istoriei sociale se desfăşoară treptat cunoaşterea filozofică a realităţii, cunoaştere care se concretizează treptat, deşi nu în mod liniar, în legi şi categorii filozofice. Categoriile filozofice apar în momente determinate ale procesului cunoaşterii istorice, se dezvoltă neîncetat ; totodată se îmbogăţeşte însuşi sistemul de ansamblu al conceptelor filozofice. Pe marginea *Ştiinţei logicii* a lui Hegel, Lenin nota următoarele : „În faţa omului se află *reţeaua* fenomenelor naturii. Omul instinctelor, sălbaticul, nu se desprinde pe sine din natură. Omul conştient se desprinde, categoriile sînt treptele acestei desprinderi, adică ale cunoaşterii lumii, puncte nodale în reţea care-l ajută s-o cunoască şi s-o cucerească“ [1].

Aşadar, ideea unităţii materialiste dintre logic şi istoric, formulată de marxism, devine un principiu fundamental al istoriei ştiinţifice a filozofiei. Unitatea dintre logic şi istoric se datora, în sistemul lui Hegel, dedublării ideii în obiect şi subiect. În marxism, ea exprimă reflectarea logică a procesului istoric, a relaţiilor sociale materiale, acesta din urmă avînd caracter primordial (ca urmare a dedublării relaţiilor sociale în relaţii materiale şi relaţii ideologice).

Rezultă de aici că gîndirea înaintată a unei epoci înglobează în adevăr într-însa idei ce fuseseră formulate anterior, dar această înglobare nu are un caracter absolut, ca la Hegel, ci se referă doar la ideile înaintate ale trecutului, adică la cele care adaugă noi elemente ştiinţifice categoriilor ştiinţifice precedente. Împotriva părerii lui Hegel, nu e vorba de o creştere graduală, de o trecere calmă a sistemelor filozofice pe trepte mereu superioare în conformitate cu schema metafizică a „triadei“, ci de o creştere ce se desfăşoară sub forma luptei duse pe planuri tot mai ridicate între ideile înaintate şi cele retrograde, între materialism şi idealism, între ştiinţă şi fideism, între dialectică şi metafizică. Apoi, acest proces cunoaşte zigzaguri, reveniri, ocolişuri, fundături etc. Istoria filozofiei este în adevăr istoria unor etape mereu superioare, dar nu de descoperire a vreunei misterioase idei absolute ; ea este istoria diferitelor etape ale acestei lupte dintre materialism şi idealism, dintre dialectică şi metafizică, în aşa fel încît de la o etapă la alta materialismul şi dialectica ies mereu îmbogăţite, înglobînd mereu în sine, pe trepte mereu superioare, cuceririle materialiste şi dialectice dobîndite în etapele anterioare.

Mişcarea filozofiei există, dar ea nu are un caracter fatal, ca în concepţia lui Hegel despre automişcare. Mişcarea filozofică, mişcarea logicului are loc sub imperiul ansamblului mişcării istorice, al practicii sociale, al luptelor sociale.

---

[1] Vezi V. I. Lenin, *Caiete filozofice*, în *Opere*, vol. 38, Ed. politică, Bucureşti, 1959, p. 81.

În sfîrşit, nu trebuie uitat că, la Hegel, cunoaşterea — „autocunoaşterea ideii absolute" — era un scop în sine. Marxism-leninismul nu poate concepe ca ştiinţa să nu aibă drept scop pe om şi nevoile lui. Cunoaşterea, care se naşte din practică, are sarcina de a lumina practica, iar acest lucru se referă atît la omul individual, cît şi la grupurile sociale determinate şi la omenire luată în ansamblul ei, practica avînd în aceste cazuri, bineînţeles, variate accepţii neidentice.

Hegel vorbeşte de categoriile gîndirii ca produse ale procesului de dezvoltare a ideii absolute. Lenin, analizînd critic textul lui Hegel, răstoarnă teza hegeliană în sens materialist, dar nu se mulţumeşte cu constatarea după care dezvoltarea gîndirii ne permite doar să cunoaştem natura. Omul trebuie, desigur, s-o cunoască, dar mai trebuie „şi s-o cucerească" [1], adică s-o transforme, adaugă Lenin. Şi, în altă parte, pe marginea textului hegelian, îmbibat de contemplativism, el reaminteşte punctul de vedere marxist, după care trebuie să avem în vedere nu numai dezvoltarea categoriilor logice, dar „şi aplicarea" lor [2].

Definiţia istoriei filozofiei trebuie să ţină seama de toate aceste teze marxiste. Ea trebuie să ţină seama de condiţionarea istorică a dezvoltării filozofiei, de caracterul contradictoriu, de motorul dialectic al acestei dezvoltări. Acestea sînt chestiuni necontroversate între filozofii marxişti. Definiţia istoriei filozofiei trebuie să ţină seama şi de faptul că procesul dezvoltării filozofiei este un proces de dezvoltare a cunoaşterii, aşa cum aceasta se încheagă treptat în categoriile şi legile materialismului şi dialecticii.

III

Definiţia istoriei filozofiei trebuie să scoată pe primul plan conţinutul cognitiv, *care se dezvoltă de-a lungul procesului milenar al istoriei filozofiei.* Dat fiind că în această privinţă există controverse printre filozofii marxişti, e necesar să ne oprim mai mult asupra ei.

Uneori în literatura marxistă se spune că obiectul istoriei filozofiei este „dezvoltarea gîndirii filozofice" de-a lungul istoriei. Dar aceeaşi enunţare apare, cu variate sensuri, la o serie de autori idealişti care abordează problemele istoriei filozofiei de pe poziţiile hegelianismului, ale fenomenologiei, ale neokantianismului, sau neotomismului (în majoritatea cazurilor). Trebuie, aşadar, precizat care este *accepţia marxistă* a enunţării de mai sus, principial deosebită, opusă enunţărilor idealiste pomenite.

---

[1] V. I. Lenin, *op. cit.*, p. 81.

[2] *Ibidem*, p. 170.

Să arătăm, aşadar, că în concepţia marxist-leninistă prin *dezvoltarea istorică a gîndirii filozofice* înţelegem :

a) Dezvoltarea instrumentului logic (latura *formală* a dezvoltării) ;

b) Dezvoltarea conţinutului cognitiv, oglindirea tot mai deplină a realităţii în legi şi categorii filozofice cu caracter ştiinţific, deci materialist şi dialectic (latura de *conţinut* a dezvoltării).

Cu aceasta ajungem la aspectul principal al chestiunii ce ne preocupă aici. În literatura marxistă se arată — şi aceasta este incontestabil just — că din obiectul istoriei filozofiei face parte studiul orientărilor opuse din istoria milenară a filozofiei — materialismul şi idealismul, dialectica şi metafizica —, precum şi studiul luptei dintre ele. Se admite, în general, că trebuie acordată atenţie deosebită teoriilor materialiste, ideilor dialectice, *dar fără a se arăta legătura dintre dezvoltarea materialismului şi lupta de idei şi fără a se arăta ce anume este esenţial între aceste elemente.*

Tratarea acestei chestiuni şi a însemnătăţii ei metodologice este principala noastră preocupare în prezenta lucrare.

Credem că simpla evidenţiere a tuturor elementelor menţionate nu este suficientă. Că trebuie, dimpotrivă, să apară limpede în definiţie raportul dintre ele şi, înainte de toate, esenţa procesului de luptă filozofică, aşa cum se traduce aceasta într-un anumit rezultat cognitiv. Să arătăm că lupta dintre materialism şi idealism, dintre dialectică şi metafizică duce la *dezvoltarea cunoaşterii filozofice,* că aceasta este *produsul* luptei dintre orientările filozofice ; că acest produs se exprimă într-un anumit rezultat teoretic, constînd în dezvoltarea categoriilor materialismului şi dialecticii. *Esenţa procesului istoric al dezvoltării filozofice constă, cu alte cuvinte, în rezultatul gnoseologic obţinut de-a lungul mişcării filozofice ;* să precizăm raportul dintre *rezultatul* mişcării şi *motorul* acesteia, dintre *efect* şi *condiţia* obţinerii acestuia.

Pentru justificarea punctului nostru de vedere, am vrea să începem prin a arăta că, din punct de vedere logic şi metodologic, *criteriul* **dezvoltării** *progresive a materialismului şi dialecticii de-a lungul istoriei filozofiei este prealabil criteriului* **luptei** *dintre materialism şi idealism şi îl condiţionează.* E adevărat că din punct de vedere istoric, al ordinii istorice, are primordialitate apariţia diferitelor poziţii filozofice şi a luptei dintre ele. Dezvoltarea materialismului este o consecinţă a luptei dintre materialism şi idealism, avînd, aşadar, caracter *derivat, secund.* Dar ordinea logică nu reproduce cu necesitate întotdeauna ordinea istorică, ci, pentru a reda esenţa procesului istoric, acesta poate apărea „despuiat de forma istorică“ [1], aşa încît ordinea logică să apară ca fiind „contrară a ceea ce... ar corespunde succesiunii dezvoltării istorice“ [2]. În istoria filozofiei, noi plecăm fără îndoială de la fapte, de la manifestările individuale, dar avem, în raport cu fiecare moment individual, imensul privilegiu de a-l privi prin perspectiva întregului şir de momente care i-au urmat pînă în zilele noastre. Tocmai această perspectivă ne dezvăluie existenţa procesului progresiv de dezvoltare a materialismului şi dialecticii. Şi atunci, întorcîndu-ne la momentul individual, dar considerat în lumina acestei perspective, noi îl vom aprecia în mod mai profund.

Vom constata astfel că numai folosind în *prealabil* criteriul dezvoltării materialismului putem să desluşim contururile, etapele reale, semnificaţiile luptei dintre materialism şi idealism. *Efectul este o consecinţă obiectivă a cauzei,* dar un fapt este un fapt şi atît. El nu ni se dezvăluie a avea atributul de *cauză* decît apreciat în lumina *efectului* constatat sau prevăzut de noi. Astfel, dintre numeroşi autori, mari şi mici, care au participat de-a lungul mileniilor la lupta dintre materialism şi idealism, dintre dialectică şi metafizică, noi nu putem şi nu trebuie să cuprindem în istoria ştiinţifică a filozofiei decît pe unii, ignorîndu-i pe alţii. Or, ţinînd seama şi de ideea maturizării capacităţii teoretice în filozofie, noi nu avem alt criteriu de selectare decît pe acela pe care ni-l oferă ideea dezvoltării contradictorii a materialismului şi dialecticii sau măcar al apropierii de materialism şi dialectică, de slăbire a idealismului. Fără acest criteriu, nu putem desprinde aportul materialiştilor şi nici elementele pozitive ale gîndirii idealiştilor. Apoi, nici un marxist nu va susţine că este *suficient* sau măcar *posibil* să consemnăm existenţa, într-o anumită epocă, a luptei dintre materialism şi idealism, să descriem desfăşurarea ei fără a da o apreciere critică argumentelor ce s-au înfruntat, poziţiilor în luptă, *importanţei* problemelor discutate, a argumentelor aduse, de asemenea fără a ne exprima o atitudine cu privire la rezultatul teoretic la care s-a ajuns prin ciocnirea respectivă de idei. Or, asemenea *aprecieri* şi *atitudini* au drept criteriu principal criteriul dezvoltării materialismului şi dialecticii, sau, după cum spunea Lenin, „meritele istorice se judecă... după ceea ce personalităţile istorice *au dat nou* în comparaţie cu predecesorii lor“ [1]. Dar un fapt apare ca *nou* în raport cu altul, pe temeiul unui anumit criteriu, care, în cazul de faţă, nu poate fi altul decît acela al dezvoltării materialismului şi dialecticii. Dar, dacă criteriul dezvoltării materialismului şi dialecticii apare indispensabil tratării luptei filozofice dintr-un anumit moment, el se impune şi pentru tratarea ansamblului de momente de luptă dintre materialism şi idealism, adică ansamblului procesului istoric al dezvoltării gîndirii filozofice, căci, evident, criteriul necesar raportat la *parte* nu încetează de a fi necesar atunci cînd este raportat la *tot*.

---

[1] F. Engels, *Recenzie la lucrarea Karl Marx, Contribuţii la critica economiei politice,* în vol. K. Marx, *Contribuţii...* etc., E.S.P.L.P., Bucureşti, 1954, p. 249.

[2] K. Marx, *Contribuţii la critica economiei politice,* Bucureşti, 1954, E.S.P.L.P., p. 234.

Ideea luptei dintre materialism şi idealism este un element al punctului de vedere materialist în istoria filozofiei. Acest punct de vedere ne oferă totodată criteriul după care mai toţi filozofii se împart în materialişti şi idealişti. Dar punctul de vedere al materialismului include cu necesitate teza cunoaşterii filozofice, precum şi teza aprecierii critice în raport cu progresul cunoaşterii. Nu putem reţine doar o parte a elementelor punctului de vedere materialist, care e unitar, şi să le neglijăm pe celelalte.

Teza asupra istoriei filozofiei ca istorie a luptei dintre materialism şi idealism redă modul concret-istoric în care se desfăşoară procesul dobîndirii istorice a cunoştinţelor teoretice ale omenirii pe plan filozofic şi totodată motorul acestei dobîndiri, iar teza asupra istoriei filozofiei ca istorie a dezvoltării contradictorii a materialismului şi dialecticii redă esenţa logică a rezultatului gnoseologic dobîndit. Istoria omenirii ieşite din primitivitate este istoria luptelor de clasă şi, în acelaşi timp, istoria înfăptuirii unui anumit progres istoric; clasicii marxismului au relevat ambele aceste elemente şi *legătura organică* dintre ele. Dar istoria omenirii este istoria materială şi spirituală în acelaşi timp; reflexul necesar al luptelor materiale dintre clase este lupta ideologică dintre ele, inclusiv lupta filozofică, reflexul necesar al caracterului progresiv al istoriei materiale este caracterul progresiv al istoriei spirituale, al cunoaşterii, inclusiv cea filozofică. Legătura istorică dintre lupta claselor şi progresul social se reflectă pe plan ideologic în unitatea dintre lupta filozofică şi progresul cunoaşterii filozofice. Raportul istoric care evidenţiază relaţia dialectică de cauză-efect între lupta claselor şi progresul social se reflectă în raportul ideologic de cauză-efect între lupta de idei pe plan filozofic şi progresul cunoaşterii filozofice.

---

[1] V. I. Lenin, *Cu privire la caracterizarea romantismului economic*. în *Opere*, vol. 2, Ed. P.M.R., Bucureşti, 1951, p. 173.

Teza dezvoltării progresive, contradictorii a materialismului şi dialecticii în istoria filozofiei redă esenţa logică a unui proces istoric de mişcare şi de luptă teoretică, dar numai *esenţa* lui, deci fără a mai indica în amănunt ondulaţiile, fundăturile, hiaturile, coborîşurile prin care a trecut procesul teoretic ; dar, în acelaşi timp, ideea de dezvoltare a materialismului şi dialecticii în lupta dintre orientări opuse *redă în mod mai profund esenţa logică a luptei dintre orientările opuse decît ar reda-o simpla reproducere logică a luptei dintre orientări.*

S-ar mai putea adăuga şi alte argumente. Astfel, există anumite adevăruri, unanim admise în marxism, care cer o *anumită* definire a obiectului istoriei filozofiei şi numai una. Astfel, toţi marxiştii recunosc faptul că istoria filozofiei se împarte în două epoci principale : cea de pînă la apariţia marxismului şi cea de după apariţia marxismului. Dar filozofia marxistă este materialismul dialectic ; aşadar, a vorbi despre cele două epoci e totuna cu a spune că istoria filozofiei e împărţită de către istoriograful marxist din punctul de vedere al apariţiei şi dezvoltării materialismului şi dialecticii. De asemenea, atunci cînd recunoaştem faptul necontestat că marxismul este rezultatul filozofic, calitativ nou, al dezvoltării filozofice anterioare, aceasta concordă numai cu acea definiţie care consideră procesul dezvoltării istorice a filozofiei din punctul de vedere al *rezultatelor* teoretice cognitive obţinute.

Punctul de vedere enunţat mai sus se întemeiază, după cum credem, pe concepţia clasicilor marxism-leninismului asupra istoriei filozofiei, aşa cum apare aceasta într-o serie de enunţări. Citām unele din ele.

Într-o primă ordine de idei se constată faptul că istoria filozofiei este o ştiinţă a *dezvoltării gîndirii*. Referindu-se la observaţia lui Hegel, care comparase istoria filozofiei cu un cerc ce ar avea „la periferie o mulţime de cercuri“, Lenin notează că aceasta este „o foarte profundă şi justă comparaţie ! ! Fiecare nuanţă a gîndirii = un cerc pe marele cerc (spirală) al dezvoltării gîndirii omeneşti în general“ [1]. Aceeaşi idee, în lucrarea *În jurul problemei dialecticii* [2]. Engels spusese mai de mult că „ştiinţa gîndirii este... ştiinţa dezvoltării istorice a gîndirii omeneşti“ [3].

---

[1] V. I. Lenin, *Caiete filozofice*, în *Opere*, vol. 38, p. 245.

[2] *Ibidem*, p. 366—367.

[3] F. Engels, *Dialectica naturii*, E.S.P.L.P., Bucureşti, 1954, p. 28.

Mai departe se constată că această dezvoltare este o dezvoltare a cunoaşterii, şi anume o cunoaştere „progresivă“ [1], o cunoaştere a „legăturilor generale ale lumii“ [2], spune Engels. Lenin cere ca istoria filozofiei să redea „istoria cunoaşterii în general“ [3].

Tot Lenin precizează faptul că diferitele faze ale procesului istoric de dezvoltare a cunoaşterii *se reflectă în categorii.* El are în vedere, fără nici o îndoială, categoriile ştiinţifice, aşa cum sînt ele formulate în cadrul materialismului şi al dialecticii. „Momente ale cunoaşterii... naturii de către om — iată ce sînt categoriile logicii“ [4], spune Lenin. El are o atitudine net aprobativă faţă de punctul de vedere al lui Hegel de a evidenţia legătura existentă între „întreaga istorie a filozofiei“ şi „dezvoltarea“ (la Hegel „autodezvoltarea“ — *I. B.*)... conceptelor „a categoriilor“ [5], prin care Lenin avea în vedere, desigur, *categoriile materialismului şi dialecticii.*

Textul cel mai concludent este, după părerea noastră, acela în care Lenin, referindu-se neîndoielnic la categoriile dialecticii materialiste, arată că istoria gîndirii — cu alte cuvinte a filozofiei — trebuie să fie elaborată din punctul de vedere al dezvoltării categoriilor. O asemenea istorie din punctul de vedere al idealismului exista ; ea fusese întocmită de Hegel. Dar, fireşte, Lenin o respingea, cerînd marxiştilor să întocmească o istorie *ştiinţifică* a categoriilor, adică o istorie din punctul de vedere al materialismului. „Istoria gîndirii din punctul de vedere al *dezvoltării* şi al aplicării conceptelor şi categoriilor generale ale logicii — voilà ce qu'il faut ! (iată ce ne trebuie !“) [6], spunea Lenin.

Lupta dintre materialism şi idealism trebuie tratată ţinînd continuu seama de sarcina de „a dezghioca rezultatele dobîndite“, după cum arată Engels [7]. Ca atare, raportul dintre ştiinţa istoriei filozofiei şi obiectul ei — procesul dezvoltării istorice a gîndirii filozofice — trebuie să fie cel ce rezultă din următoarea recomandare a lui Lenin : „Conceptul (cunoaşterea) descoperă în existenţă (în fenomenele nemijlocite) esenţa (legea cauzei, identitatea, deosebirea etc.), — acesta este, de fapt, *mersul general* al întregii cunoaşteri omeneşti (al întregii ştiinţe) în general... Excepţional de rodnică pare a fi sarcina de a urmări acest lucru mai concret, mai amănunţit în domeniul istoriei diferitelor ştiinţe“ [1]. A descoperi *esenţa* procesului mişcării filozofice, iată, în domeniul istoriei filozofiei, „sarcina cea rodnică“ la care se referă Lenin.

---

[1] F. Engels, *Scrisoare către Konrad Schmidt*, în *Opere alese în două volume*, vol. II, Ed. P.M.R., Bucureşti, 1952, p. 454.

[2] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 28.

[3] V. I. Lenin, *Caiete filozofice*, în *Opere*, vol. 38, p. 355.

[4] *Ibidem*, p. 191.

[5] *Ibidem*, p. 195.

[6] *Ibidem*, p. 170 (subl. ns.).

[7] F. Engels, *Dialectica naturii*, p. 200.

IV

Importanţa teoretică a punctului de vedere enunţat mai sus se evidenţiază şi atunci cînd urmează să marcăm opoziţia dintre concepţia marxist-leninistă asupra istoriei filozofiei şi concepţiile pe care le întîlnim în literatura contemporană antimarxistă în general, revizionistă în special. Henri Lefebvre se străduieşte să demonstreze că marxismul în istoria filozofiei ar consta în lichidarea concepţiei după care doar materialismul ar reprezenta poziţiile ştiinţei [2].

Spuneam că Lenin cerea istoricilor marxişti să întocmească o istorie a filozofiei văzută din punctul de vedere al materialismului, ceea ce duce la ideea istoriei filozofiei înţelese a fi, *în ultimă esenţă,* o istorie a materialismului. Marxismul consideră imposibilă o istorie ştiinţifică a filozofiei dacă nu se adoptă în prealabil un punct de vedere ştiinţific de ansamblu, acela al materialismului. Dar nu putem elabora un asemenea punct de vedere fără a adopta în prealabil un punct de vedere ştiinţific asupra obiectului filozofiei. În sfîrşit, nu putem adopta un punct de vedere asupra obiectului filozofiei decît pe temeiul recunoaşterii unui anumit criteriu al adevărului. Trebuie respinse acele păreri după care istoricul filozofiei ar face operă de artă, iar nu de ştiinţă. Materialismului dialectic îi este cu desăvîrşire străin spiritul formalismului care stă la baza definiţiei lui Roman Ingarden, care spune că „istoria filozofiei este o disciplină empirică relativă la anumite fapte empirice ce se produc în timp“ [3], definiţie care, în treacăt fie zis, implică o anumită concepţie *filozofică* asupra a ceea ce se înţelege prin expresia confuză de „fapt empiric“, precum şi asupra istoriei gîndirii, care e vizată, în sus-numita definiţie, în spiritul celui mai clasic pozitivism. Este profund contradictorie părerea autorului revizionist Lucien Goldmann, care începe prin a-şi exprima rezervele faţă de necesitatea ca istoricul filozofiei să adopte criteriul adevărului atunci cînd apreciază sistemele filozofice [1] (el vorbeşte de „adevăr", pus numai între ghilimele !), dar care ignorează faptul că aşa-zisa „critică imanentă" [2] pe care o cere *implică un anumit criteriu al adevărului.* Ea implică un asemenea criteriu atunci cînd trebuie, aşa cum cere Goldmann, să precizăm *care sînt* temele fundamentale de la care pleacă sistemele pe care ne propunem să le apreciem, *în ce constă inconsecvenţele lor* interne, *raportul* dintre tezele analizate şi „realitate", precum şi clasificarea gînditorilor în idealişti, materialişti etc., — toate, operaţii cerute de însuşi autorul francez. Goldmann se proclamă materialist-dialectician, dar ocoleşte faptul că materialismul dialectic pe care-l invocă cere înţelegerea materialistă atît a gîndirii filozofice cît şi pe aceea a existenţei pe care o gîndesc filozofii.

---

[1] V. I. Lenin, *Caiete filozofice,* în *Opere,* vol. 38, p. 316.

[2] H. Lefebvre, *Le marxisme et la pensée française,* în „Les temps modernes“, Juillet-Août 1957, p. 118 şi urm.

[3] Roman Ingarden, *Notes sur l'objet de l'histoire de la philosophie,* în „Diogène“, 1960, nr. 29, p. 131.

Unul şi acelaşi sistem va putea să apară mare unui neotomist şi neglijabil unui marxist şi, ca atare, demn sau nedemn de a intra în istoria scrisă a filozofiei. Să ne mulţumim a aprecia un sistem după felul în care îşi respectă principalele sale premise, după logica sa internă, cer neopozitiviştii sau un Lucien Goldmann ! Dar cum determinăm oare, spre pildă la Descartes, *care* anume sînt principalele sale premise ? Un fenomenolog va începe prin a indica „ideea de scop" (*Zweckidee,* a lui Husserl), un neotomist va insista asupra transcendenţei lui „cogito", un marxist va releva înainte de toate sensul antiscolastic, metodologic, al aceluiaşi „cogito". Fără criterii care să fi fost în prealabil ştiinţific determinate nu putem articula nici măcar acel a. b. c. al istoriografiei filozofice constînd în a statornici care probleme sînt filozofice şi care nu sînt.

Dacă nu ne putem lipsi de un criteriu prealabil în istoria filozofiei, apoi să începem prin a lua toate măsurile spre a evita falsele criterii şi a elabora criterii juste, ştiinţifice, adică materialist-dialectice.

Atunci cînd definim filozofia ştiinţifică drept ştiinţă a categoriilor şi legilor generale ale existenţei (natură, societate) şi cunoaşterii, numim materialismul dialectic, inclusiv materialismul istoric. Prin aceasta noi statornicim sistemul de noţiuni, de criterii ştiinţifice pe care ne întemeiem atunci cînd elaborăm principiile ştiinţifice ale istoriei filozofiei.

Or, concepţia despre adevăr a materialismului dialectic-istoric implică în mod necesar cercetarea istoriei filozofiei pe temeiul a cel puţin următoarelor teze : necesitatea de a evidenţia *condiţionarea*

---

[1] Lucien Goldmann, *Matérialisme dialectique et histoire de la philosophie,* în vol. *Recherches dialectiques,* Gallimard, Paris, 1959, p. 33—34.

[2] *Ibidem,* p. 34.

predominant de clasă, legată de funcția socială practică a ideilor filozofice, *lupta* dintre orientările filozofice opuse ca reflex al luptei de clasă, necesitatea de a adopta punctul de vedere *critic* spre a defini atît *valoarea* sistemelor filozofice sub raport științific cît și *rezultatele științifice* la care a dus ciocnirea dintre ideile opuse, recunoașterea ideii de *progres* în ce privește aptitudinea subiectivă teoretică de cunoaștere, cum și evidențierea *progresului* realizat din punctul de vedere al conținutului cunoașterii, apreciat în raport cu baza obiectivă a acestui conținut, deci cu lumea reală așa cum este ea. Noi nu putem face istoria social-politică a omenirii fără a ne conduce după teza marxistă a dezvoltării progresive în istorie de la o epocă la alta. Nu putem separa progresul existenței social-politice nici de progresul tehnicii și nici de progresul conștiinței sociale, în speță progresul conștiinței sociale filozofice, progresul cunoașterii filozofice.

V

În cadrul dezbaterii din domeniul filozofiei care a avut loc în Uniunea Sovietică în 1947 în legătură cu lucrarea lui G. F. Aleksandrov *Istoria filozofiei din Europa occidentală,* istoria științifică a filozofiei a fost definită ca istorie a zămislirii, apariției și dezvoltării concepției materialiste științifice despre lume și a legilor acesteia. Se arăta în continuare că, deoarece materialismul a crescut și s-a dezvoltat în lupta împotriva curentelor idealiste, istoria filozofiei este și istoria luptei dintre materialism și idealism [1].

Despre această definiție se spun următoarele în cea mai recentă lucrare sintetică sovietică asupra istoriei filozofiei : „Această definiție a obiectului filozofiei..., justă în principiu, deși incompletă, derivă din principiul leninist al partinității filozofiei și indică în mod just esența procesului dezvoltării filozofiei“ [2].

Definiția menționată are, după părerea noastră, meritul de a pune accentul principal pe ideea *dezvoltării progresive a materialismului în istoria filozofiei,* ca esență a acesteia, legată de lupta dintre materialism și idealism. Ideea aceasta va trebui reținută.

În ce constă însă acel caracter „incomplet“ al definiției, menționat de M. T. Iovciuk și colaboratorii săi ?

Este vorba, după cum credem, de cele ce urmează :

Definiția pomenită mai sus se referă numai la materialismul filozofic, nespunînd nimic despre dialectică, cu toate că în contextul ce însoţeşte definiţia se atrage atenţia şi asupra problemei dialecticii. Definiţia nu scoate în evidenţă caracterul suprastructural al gîndirii filozofice. Dînd atenţia cuvenită dezvoltării materialismului, ea ajunge apoi la o formulare imperfectă, care a fost pe drept cuvînt interpretată ca acordînd interes doar indirect, de al doilea plan, filozofilor idealişti, ceea ce dă o imagine greşită procesului real al dezvoltării filozofice. Definiţia vorbeşte despre dezvoltarea materialismului în lupta împotriva idealismului, dar, după cum vom arăta mai jos, aceasta nu este totuna cu a spune că materialismul ca soluţie filozofică este un *produs* al luptei dintre sistemele materialiste şi cele idealiste.

---

[1] *Большевик,* № 16-1947.

[2] *Краткий очерк истории философии,* под. ред. М. Т. Иовчука, Т. И. Ойзермана, И. Я. Щипанова. Москва, 1960, Изд. Соц.-Экон. Лит, p. 697.

Este necesar ca o definiţie completă a istoriei filozofiei să ţină seama de faptul că nu trebuie confundat idealismul ca *soluţie filozofică* a problemei fundamentale a filozofiei, cu idealismul ca *linie de sisteme filozofice* idealiste. Distincţia e necesară spre a se evita confuzii. În adevăr, noi respingem fără rezerve, ca neştiinţifică, ca pseudocunoaştere, *soluţia idealistă* la problema fundamentală a filozofiei, cu toate implicaţiile ei. Atunci însă cînd e vorba de idealism ca ansamblu al sistemelor filozofice idealiste din istoria filozofiei, nu se pune problema de a-l respinge în bloc, ci de a-l analiza critic, spre a desprinde eventualele elemente filozofice valabile — dialectice sau apropiate de materialism — elaborate de filozofii idealişti, ca, de pildă, embrionul ideii de logică matematică la Leibniz, dialectica din filozofia germană de la Kant la Hegel etc. Nici materialismul ca soluţie filozofică nu se confundă cu *linia sistemelor filozofice materialiste*. Numai dacă nu le confundăm putem înţelege o serie de situaţii ca : faptul că pot fi întîlnite teze materialiste şi în sisteme în ansamblu idealiste sau inconsecvenţe idealiste la materialiştii premarxişti ; faptul că uneori la dezvoltarea materialismului contribuie şi lupta dintre filozofii idealişti, după cum a observat Lenin ; faptul că dezvoltarea materialismului profită uneori şi de pe urma înlocuirii, de-a lungul istoriei, a unei teze idealiste prin alta tot idealistă, dar mai aproape de materialism decît cealaltă. Una este a spune că istoria filozofiei este istoria *produsului materialist* ce rezultă din lupta dintre linia materialistă şi cea idealistă din istoria filozofiei şi altceva este a spune că istoria filozofiei este istoria materialismului (ca ansamblu al sistemelor materialiste).

Sistemele filozofice premarxiste — chiar cele mai mature prin orientarea lor materialistă, prin conţinutul lor cognitiv, reflectoriu — păstrează totuşi un caracter personal ; ele au logica lor internă care coincide doar în mod aproximativ cu „logica lucrurilor", au obscuritățile, inconsecvențele, limitele lor istorice. Dimpotrivă, *produsul* materialist (*„suma, bilanțul“*, de care vorbește Lenin) pe care cercetătorul marxist actual, mînuind metodologia științifică, îl descoperă în fiecare moment istoric al trecutului, ca rezultat al luptei dintre sistemele materialiste și cele idealiste din momentul respectiv, este un rezultat desprins *din* și *de* sisteme, *despersonalizat*, liberat de fortuitul acelei variabile logici interne a sistemelor care, prin pretențiile ei, uneori capricioase, nu o dată a dus la întunecarea adevărului. În plus, confruntarea conținutului diferitelor sisteme filozofice din aceeași perioadă de timp care, în momentul istoric dat, au concurat la înfăptuirea rezultatului gnoseologic constatat poate duce la concluzia că produsul materialist, în ansamblul său, e întrucîtva mai puțin grevat de obscurități, inconsecvențe și limite decît fiecare poziție materialistă luată în parte.

Ideea de *produs* materialist ne cere să nu înțelegem lucrurile ca și cînd istoria filozofiei ar fi totuna cu istoria sistemelor materialiste și că se limitează la acestea, rămînînd ca istoria sistemelor idealiste să fie cercetată în mod subordonat nevoii de a înțelege cum au apărut și cum au luptat sistemele materialiste. În realitate, spre a înțelege procesul de dezvoltare și maturizare a concepției materialiste ca soluție filozofică, istoricul filozofiei *trebuie să cerceteze cu egală atenție geneza, apariția și dezvoltarea atît a sistemelor materialiste cît și a celor idealiste, logica internă de dezvoltare atît a unora cît și a celorlalte*, pentru că numai astfel izbutește să înțeleagă lupta dintre ele și maturizarea concepției materialiste, dialectice, ca efect al acestei lupte.

Definiția istoriei filozofiei, în fine, nu poate să omită și procesul dezvoltării milenare a instrumentelor cunoașterii filozofice, adică a ceea ce numeam mai sus latura *formală* a dezvoltării istorice a gîndirii filozofice. Ea trebuie să aibă în vedere maturizarea milenară a capacității de abstractizare, a operațiilor și formelor logice. „Priceperea de a opera cu noțiunile nu e ceva înnăscut — spunea Lenin —, ci rezultatul unei dezvoltări de 2 000 de ani a științelor naturii și a filozofiei“ [1].

VI

Definiția istoriei filozofiei, care este enunțată mai jos, ca și observațiile asupra însemnătății metodologice a acestei definiții, au fost elaborate ținîndu-se seama de concepția care străbate o serie de lucrări marxiste, sintetice, de bază în domeniul istoriei filozofiei, rod al cercetărilor unor autori marxiști de seamă.

---

[1] I. V. Lenin, *Caiete filozofice*, p. 262.

Menționăm, în primul rînd, opera *Istoria filozofiei*, din care au apărut pînă acum cinci volume începînd din 1957, din contextul căreia se degajă un punct de vedere pe deplin întemeiat, instructiv asupra obiectului istoriei filozofiei, deși credem că acest punct de vedere just nu-și găsește pe de-a-ntregul expresia în definiția dată acestui obiect în *Introducerea* din fruntea primului volum.

Definiția istoriei filozofiei ca știință urmează să ia ca punct de plecare faptul că știința istoriei filozofiei este înainte de toate știința *legilor* generale ale dezvoltării gîndirii filozofice, ca *dezvoltare a cunoașterii filozofice.*

Ținînd seama de aceasta, precum și de toate cele arătate mai sus definim știința istoriei filozofiei arătînd că obiectul ei este : a) *procesul de pregătire, constituire și dezvoltare progresivă, contradictorie, de-a lungul orînduirilor sociale, a materialismului și dialecticii ca* soluții *filozofice produse prin lupta dintre sistemele materialiste și cele idealiste, dintre pozițiile dialectice și cele metafizice, pe temeiul condiționării predominant de clasă a sistemelor filozofice ;* b) *subordonat acestui proces, obiectul ei este conținutul, logica succesiunii sistemelor filozofice, atît materialiste cît și idealiste, funcția lor practică sub raport social-istoric și experimental-științific, lupta dintre ele și rezultatul teoretic al acestei lupte în fiecare etapă istorică, cu limitele lui istorice de loc și de timp ;* c) *obiectul ei este, în fine, procesul de formare și maturizare a capacității de gîndire teoretică, a tehnicii de investigație filozofică* [1].

Evidențierea elementelor cuprinse în această definiție va releva și semnificațiile ei sub raport metodologic. Definiția exprimă specificul istoriei științifice a filozofiei, așa cum apare în cele trei legi ale acesteia, legi care au fost enunțate în altă parte [2]. Definiția

---

[1] În raport cu definiția dată anterior de autorul lucrării de față, prezenta definiție, deși în esență aceeași, tinde să fie mai completă și mai explicită. Spre a o îmbunătăți am ținut seama, între altele, de o serie de constatări utile cuprinse în *Introducerea* lucrării *Istoria filozofiei*, Moscova, 1957, ed. rom. 1957. Edit. științifică, menționată mai sus ; de asemenea în studiul *Cu privire la unele probleme metodologice ale istoriei filozofiei*, de M. T. Iovciuk, publicat în „Voprosî filosofii“, 1959, nr. 11, precum și în lucrarea Краткий очерк..., pomenită la una din paginile anterioare.

[2] Iată aceste enunțări, în rezumat :

1. Legea condiționării obiective, predominant de clasă, a materialismului și idealismului, sau a manifestărilor ce reprezintă în mod concret istoric o progresiune spre materialism, ori o accentuare a idealismului ;

2. Legea descoperirii progresive, contradictorii, a însușirilor și relațiilor obiective cele mai generale ale naturii, societății, cunoașterii și gîn-

atrage atenția cercetătorului asupra faptului că *esența* mișcării filozofice este dezvoltarea cunoașterii filozofice ; că istoria științifică a filozofiei, urmărind felul în care a sporit de-a lungul vremurilor *cunoașterea* omenească pe plan filozofic, nu poate avea atitudinea egală față de materialismul din istoria filozofiei și față de idealismul din aceasta ca soluții filozofice. Idealismul, fiind o pseudocunoaștere, trebuie combătut, dezvăluindu-se rădăcinile sale sociale și gnoseologice, funcția istorică retrogradă pe care o îndeplinește, modul în care progresul practicii istorice și al științelor au infirmat treptat și infirmă ipotezele sale. Dimpotrivă, materialismul filozofic trebuie scos în evidență, explicat, arătîndu-se cum se îmbogățește de la o epocă la alta ; în definiția de mai sus se înțelege prin materialism și dialectică tocmai *ansamblul de legi și de categorii filozofice* care, în devenirea lui istorică, reflectă în mod tot mai adecvat natura, societatea, cunoașterea și gîndirea *așa cum sînt în realitate,* fără adaosuri exterioare, ansamblu a cărui expresie culminantă, calitativ deosebită, singură consecvent științifică, este sistemul dinamic al materialismului dialectic, inclusiv materialismul istoric. Înțelegerea critică a sistemelor filozofice prin prisma valorii lor cognitive, prin prisma bazei lor de clasă și a funcției lor sociale practice, precum și a relației lor cu lupta ideologică contemporană, explicitează principiul metodologic al *partinității* în istoria filozofiei ca știință ; teza asupra dezvoltării progresive, contradictorii a cunoașterii filozofice, asupra limitelor de loc și timp semnalează însemnătatea principiului metodologic al *istorismului* în istoria științifică a filozofiei ca expresie a principiului asupra caracterului întotdeauna *concret* al adevărului ; definiția ne atrage atenția asupra necesității de a urmări lupta dintre materialism și idealism, dintre dialectică și metafizică în așa fel, încît, departe de „a reduce" istoria filozofiei la istoria sistemelor materialiste, plus a celor dialectice, să evidențiem cum au progresat cunoștințele materialiste și dialectice ca rezultat al luptei dintre cele două linii fundamentale din istoria filozofiei ; definiția trebuie înțeleasă și în sensul că anumite elemente materialiste și dialectice au putut fi incluse în sisteme idealiste și metafizice, prezentate fiind în formă idealistă și metafizică, că implicit, au putut progresa prin intermediul anumitor construcții idealiste.

---

dirii, de oglindire progresivă a acestora în legile și categoriile materialismului și dialecticii, iar în cele din urmă ale materialismului dialectic, ca ontologie, sociologie și gnoseologie, inclusiv logica dialectică ;

3. Legea luptei dintre materialism și idealism, dintre dialectică și metafizică, ori dintre pozițiile filozofice de conservare a idealismului și cele de orientare în direcția materialismului.

Definiţia relevă şi necesitatea evidenţierii procesului evoluţiei formelor logice în istoria filozofiei.

Materialismul din diferite epoci ne apare ca *sumă, rezultat* logic, *bilanţ* al luptei dintre sistemele materialiste şi cele idealiste. Este rezultat al acestei lupte, dar îl descoperim, fireşte, nu în altă parte decît în operele filozofilor. *Îl descoperim înainte de toate în sistemele materialiste* care au reţinut, în substanţa lor teoretică, rezultatele disputei anterioare sau contemporane dintre tezele materialiste şi cele idealiste. Îl descoperim constatînd că zdruncină pe idealişti de pe anumite poziţii şi îi determină să riposteze, cu care prilej reţin, uneori poate involuntar şi de obicei doar în formă deturnată, unele dintre elementele sale, ale sumei materialiste. Îl descoperim în problemele pe care le pune cugetării şi disputelor de mai tîrziu.

Fireşte, materialismul şi dialectica din fiecare moment istoric se găseşte în opera filozofilor, împrumută ceva din culoarea indefinisabilă care marchează personalitatea, unică în felul ei, a oricărui mare creator, fie el filozof, artist sau om de ştiinţă. Integrată în sisteme de gîndire pe care autorii lor le-au voit la fel de unitare ca şi un organism viu, substanţa materialistă sau dialectică se lasă destul de greu extrasă de către istoricul ulterior al filozofiei. Şi, totuşi, acesta face *istoria filozofiei.* El începe prin a face o istorie a gînditorilor, dar nu se limitează la atît. El face istoria filozofilor în măsura în care gîndirea nu există decît în oameni individuali, cu personalitatea lor individuală, unică, dar descoperă în gîndirea lor individuală întrebările, năzuinţele, speranţele şi limitările societăţii timpului, ale claselor sociale, cuceririle teoretice ale acestora, sau, cel puţin, a lor *virtus,* în dublu sens al cuvîntului : virtualitate teoretică şi capacitate ; el descoperă funcţii teoretice care depăşesc intenţiile gînditorilor. Filozofia depăşeşte astfel pe filozof, aşa că istoria *filozofiei nu este totuna cu istoria filozofilor.*

Apoi, cel ce face istoria ştiinţifică a filozofiei se ocupă de istoria sistemelor, dar nu se limitează la ea, conştient de faptul că adesea omogenitatea sistemului ascunde o eterogenitate de valori, care în fond se exclud reciproc. Uneori, cu cît e mai viguroasă personalitatea gînditorului, cu atît mai discordante sînt elementele teoretice reunite într-o singură construcţie mintală, cărora doar forţa unei neobişnuite imaginaţii filozofice le-a impus convieţuirea în cadrul unuia şi aceluiaşi sistem. Istoriograful constată atunci că istoria *filozofiei nu este tot una nici cu istoria filozofiilor.* Deobicei sistemele filozofice refuză să ştie de filozofie ca *problemă socială* *de cunoaştere* pe care viaţa socială contradictorie a pus-o în faţa diferiţilor ei exponenţi ideologici, refuză să ţină seama de inevitabila continuitate teoretică temporală în care sînt, vrînd-nevrînd, angrenaţi. Dar istoricul om de ştiinţă al filozofiei refuză, la rîndul său, să ţină seama de aceste refuzuri şi, conştient de faptul că peste structuri individuale şi eşafodaje de idei se manifestă universalul social şi logic, cu contradicţiile sale interne, va face astfel ca în paginile operei sale să apară reflexul istoriei *filozofiei,* supraordonată atît istoriei *filozofilor* cît şi istoriei *filozofiilor.*

Sub raport metodologic este de relevat şi importanţa faptului de a cuprinde în definiţie şi latura practică a ştiinţei istoriei filozofiei ; aceasta pe temeiul convingerii marxiste că orice ştiinţă, şi în mod şi mai direct orice ştiinţă socială — iar istoria filozofiei este ştiinţa socială —, este incomplet înţeleasă dacă nu se observă latura ei practică, funcţia ei revoluţionară. Considerînd acţiunea practică istorică a proletariatului contemporan, constatăm că, în fruntea sa, partidele comuniste şi muncitoreşti, conducîndu-se după învăţătura marxist-leninistă, imprimă întregii lor politici şi, prin urmare, practicii proletariatului un caracter ştiinţific, care constă în faptul că linia politică de transformare a societăţii se întemeiază pe posibilitatea de previziune pe care o dă cunoaşterea categoriilor, a legilor celor mai generale ale dezvoltării naturii şi societăţii. Cunoaşterea istoriei acestor categorii şi legi dă militantului social posibilitatea ca în aplicarea lor politică şi economică să facă să apară bogăţia pe care ele au acumulat-o de-a lungul timpului, ţinînd seama implicit de felul în care au fost înlăturate insuficienţele de care au suferit în trecut. Cunoaşterea istoriei filozofiei ajută pe cei ce lucrează în domeniul filozofiei să analizeze realităţile revoluţionare prin care trece omenirea în epoca noastră, în lumina categoriilor filozofiei marxist-leniniste, înţelese în perspectiva lor istorică şi astfel să sprijine cu mai multă competenţă şi eficacitate însuşi procesul revoluţiei.

Partidul Muncitoresc Romîn îndrumează ştiinţa, cultura, literatura, arta, orientîndu-le în spiritul materialismului dialectic. Cunoaşterea istoriei filozofiei ajută pe oamenii de ştiinţă şi de artă să înţeleagă mult mai profund conţinutul acestei îndrumări.

Pe măsură ce cunoaşterea astfel îmbogăţită a concepţiilor filozofice iese din cercul specializat al filozofilor şi se îndreaptă spre mase, pe căi largi şi multiple — prin intermediul propagandei, al învăţămîntului de partid şi de stat, prin intermediul operelor ştiinţifice, literare şi artistice —, creşte capacitatea maselor de a-şi spori rolul lor istoric activ în lupta împotriva forţelor trecutului şi a ideologiei reacţionare a acestora, creşte capacitatea poporului de a înfăptui practic transformarea socialistă a societăţii şi transformarea tehnică a naturii, creşte capacitatea omului muncitor de a se transforma pe sine însuşi.

Încă unele precizări : în definiţia de mai sus am vorbit de „dezvoltarea materialismului şi dezvoltarea dialecticii", izolînd adică, în aparenţă, materialismul de dialectică. Ţinem să precizăm că, mai ales atunci cînd avem în vedere filozofia marxistă, nu poate fi vorba de existenţa unor categorii ale materialismului izolate de cele ale dialecticii, că, dimpotrivă, în marxism materialismul e dialectic, iar dialectica e materialistă. Şi în filozofia premarxistă uneori categoriile materialismului s-au dezvoltat în legătură strînsă cu cele ale dialecticii ; mai mult decît atît, sînt cazuri cînd, în concepţia unora dintre filozofi, una şi aceeaşi categorie filozofică e înţeleasă în aşa fel încît exprimă în acelaşi timp, chiar dacă numai în măsură nedezvoltată, şi materialitatea şi dialectica naturii. Dacă ne-am exprimat totuşi în felul în care am făcut-o este pentru că a trebuit să ţinem seama de o indiscutabilă realitate : în mod predominant, de-a lungul epocii premarxiste din istoria filozofiei, materialismul şi dialectica s-au dezvoltat pe căi deosebite, aşa încît nu există nici o formulă sintetică potrivită spre a reda atît starea istorică din epoca premarxistă, cît şi pe cea proprie epocii marxiste. Am ţinut seama, aşadar, în enunţările noastre de acest fapt. Sîntem însă conştienţi de relativa, însă inevitabila inadvertenţă pe care o comitem altfel.

În legătură cu principalele elemente ale definiţiei noastre, ne gîndim la două observaţii ale lui M. T. Iovciuk, cuprinse în studiul sus-menţionat. Tov. Iovciuk spune că nu trebuie să definim istoria filozofiei ca istorie a cunoaşterii legilor celor mai generale ale dezvoltării naturii, societăţii, gîndirii, deoarece o asemenea definiţie „substituie procesului istoric de dezvoltare a filozofiei rezultatul lui, dat fiind că noţiunile ştiinţifice despre legile cele mai generale ale dezvoltării naturii, societăţii şi gîndirii s-au născut şi s-au cristalizat abia în secolul al XIX-lea" [1], adică abia o dată cu apariţia marxismului. Incontestabil, materialismul dialectic marxist este prima teorie ştiinţifică asupra legilor celor mai generale ale dezvoltării. Dar, aşa cum au arătat de atîtea ori clasicii marxismului, saltul calitativ săvîrşit de marxism în istoria filozofiei e de neînţeles dacă se face abstracţie de prealabila acumulare cantitativă. Această acumulare cantitativă a început o dată cu apariţia filozofiei. Şi atunci acel

---

[1] M. T. Iovciuk, *art. cit.*, în „Probleme de filozofie", nr. 11, 1959, ed. rom., p. 81.

rezultat care e materialismul dialectic ne apare întemeiat pe o lungă serie de momente anterioare, care reprezintă şi ele, fiecare pentru epoca lor, cîte un *rezultat*. Teza materiei-apă la Thales nu are, fireşte, caracterul ştiinţific din accepţia modernă a termenului de ştiinţific. Dar ea e o primă etapă pe drumul lung spre soluţia ştiinţifică modernă, iar pentru epoca respectivă a fost cea mai ştiinţifică dintre soluţiile posibile. Nu greşim deci atunci cînd, urmărind dezvoltarea concepţiilor despre materie de la Thales la Marx, spunem că această dezvoltare şi nu alta reprezintă drumul ştiinţei, drumul pe care s-au făurit treptat elementele necesare elaborării noţiunii deplin ştiinţifice a materiei. Tov. Iovciuk, în acelaşi loc, arată că trebuie să ne ferim să dăm o definiţie din care să rezulte că întreaga istorie a filozofiei ar fi urmărit, ca pe un fel de „scop ascuns“, pregătirea materialismului dialectic şi a materialismului istoric. Observaţia tov. Iovciuk este binevenită. O folosim spre a arăta cititorului că trebuie să se ferească de a atribui definiţiei noastre sensul combătut de autorul sovietic. Materialismul fiecărei epoci este rezultatul activităţii filozofice contradictorii din epoca respectivă şi rezultatul dezvoltării filozofice anterioare, iar materialismul dialectic este „rezultatul logic al *întregii* dezvoltări anterioare a ştiinţei, inclusiv a filozofiei tuturor popoarelor“ [1], după cum se exprimă tov. Iovciuk ; aceasta nu în virtutea vreunei finalităţi mistice cuprinse în filozofia trecutului, ci în virtutea caracterului reflectoriu al gîndirii teoretice, care a trecut, cu necesitate, de-a lungul mileniilor de dezvoltare a materialismului, de la reflectări palide contradictorii ale lumii reale la reflectări tot mai adecvate, pînă la constituirea reflectării teoretice deplin ştiinţifice, materialismul dialectic-istoric ; acest stadiu nu ar fi fost posibil fără stadiile anterioare de reflectare şi ne dă un sistem care, la rîndul său, nu este static, ci dinamic, aflat în nelimitată dezvoltare.

---

[1] *Ibidem*, p. 82.

Redactor responsabil : PUNI S.

Dat la cules 26.02.1962. Bun de tipar 1.06.1962. Apărut 1962.
Tiraj 2250 ex. Hirtie velină mată de 65 g/m² ; 16/610×860.
Coli editoriale 23,29. Coli de tipar 21. A. 0214/62. C.Z.
pentru bibliotecile mari : 1M22:001.167. C.Z. pentru biblio-
tecile mici 1M22:001.

Intreprinderea poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25,
București, R.P.R. Comanda nr. 1026

ERATĂ

Pag.:	rîndul:	în loc de:	se va citi:	din vina:
46	13 de sus	electrono-pozitiv	electrono-pozitronic	editurii
79	6 ,, ,,	mecanicismului	mecanicismul	,,
95	18 ,, ,,	a	e	,,
291	4 de jos	din necesitate	de necesitate	,,
81	1 ,, ,,	1960	1690	,,
334	18 ,, ,,	altfel	astfel	,,

Dialectica cunoaşterii ştiinţifice